

Índice

1. Cómo leer esta Guía de diseño	3
Derechos de autor, limitación de responsabilidades y derechos de revisión	3
Aprobaciones	3
Símbolos	3
Abreviaturas	4
Definiciones	4
2. Introducción al convertidor de frecuencia VLT AQUA	9
Marca CE	11
Humedad atmosférica	12
Entornos agresivos	12
Vibración y choque	13
Controles VLT AQUA	18
PID	19
Aspectos generales de la EMC	28
Aislamiento galvánico (PELV)	30
Tensión protectora muy baja	30
Corriente de fuga a tierra	31
Control con la función de freno	32
Control de freno mecánico	33
Condiciones de funcionamiento extremas	33
Funcionamiento de parada segura (opcional)	34
3. Selección de VLT AQUA	37
Especificaciones generales	37
Rendimiento	49
Condiciones especiales	54
Dimensiones mecánicas	59
Opciones y accesorios	62
Opción E/S analógica MCB 109	67
Descripción general	69
4. Cómo realizar un pedido	75
Formulario de pedido	75
Código descriptivo	76
Números de pedido	77
5. Instrucciones de montaje	81
Instalación mecánica	81
Bolsa de accesorios	81
Instalación eléctrica	83

Ajuste final y prueba	95
Ajuste final y prueba	95
Instalación de la parada segura	97
Prueba de puesta en servicio de la Parada de seguridad	97
Conexiones adicionales	98
Instalación de diversas conexiones	104
Seguridad	107
Instalación correcta en cuanto a EMC	107
Dispositivo de corriente residual	111
6. Ejemplos de aplicaciones	113
Referencia del potenciómetro	114
Adaptación automática del motor (AMA)	114
Smart Logic Control	115
Ejemplo de aplicación del SLC	116
Estado y funcionamiento del sistema	118
Diagrama de cableado del Controlador de cascada	119
Diagrama de cableado de bombas de velocidad fija variable	119
Esquema eléctrico de alternancia de bomba guía	119
Bomba sumergible Aplicación	121
Aplicación en el funcionamiento de convertidores maestros/auxiliares	123
7. RS-485 Instalación y configuración	127
RS-485 Instalación y configuración	127
Aspectos generales del protocolo FC	129
Configuración de red	130
Estructura del formato de mensajes del protocolo FC	130
Ejemplos	135
Visión general de Modbus RTU	135
VLT AQUA con Modbus RTU	136
Estructura de formato de mensaje de Modbus RTU	136
Cómo acceder a los parámetros	141
Ejemplos	142
Perfil de control Danfoss FC	148
8. Localización de averías	155
Mensajes de fallo	157
Índice	161

1. Cómo leer esta Guía de diseño

1.1.1. Derechos de autor, limitación de responsabilidades y derechos de revisión

Este documento contiene información propiedad de Danfoss. Al aceptar y utilizar este manual, el usuario se compromete a utilizar la información incluida única y exclusivamente para utilizar equipos de Danfoss o de otros fabricantes, siempre y cuando estos últimos se utilicen para la comunicación con equipos de Danfoss a través de un enlace de comunicación serie. Esta publicación está protegida por las leyes de derechos de autor de Dinamarca y de la mayoría de los demás países.

Danfoss no garantiza que un programa de software diseñado según las pautas de este manual funcione correctamente en todos los entornos físicos, de software o de hardware.

Aunque Danfoss ha probado y revisado la documentación que se incluye en este manual, Danfoss no ofrece garantías ni representación alguna, ni expresa ni implícitamente, con respecto a esta documentación, incluida su calidad, rendimiento o idoneidad para un uso determinado.

En ningún caso, Danfoss se hará responsable de los daños directos, indirectos, especiales, incidentales o consecuentes derivados del uso o de la incapacidad de utilizar la información incluida en este manual, incluso en caso de que se advierta de la posibilidad de tales daños. En particular, Danfoss no se responsabiliza de ningún coste, incluidos, sin limitación alguna, aquellos en los que se haya incurrido como resultado de pérdidas de beneficios, daños o pérdidas de equipos, pérdida de programas informáticos, pérdida de datos, los costes para sustituirlos o cualquier reclamación de terceros.

Danfoss se reserva el derecho de revisar esta publicación en cualquier momento y de realizar cambios en su contenido sin previo aviso y sin ninguna obligación de informar previamente a los usuarios de tales revisiones o cambios.

Esta Guía de diseño le ayudará a conocer todas las características de su convertidor VLT AQUA.

Documentación disponible sobre el convertidor VLT AQUA

- El Manual de Funcionamiento MG.20.MX.YY proporciona toda la información necesaria para la puesta en marcha del convertidor.
- La Guía de diseño MG.20.NX.YY incluye toda la información técnica acerca del convertidor de frecuencia y las aplicaciones y el diseño del cliente.
- La Guía de programación MG.20.OX.YY proporciona información sobre cómo programarlo, e incluye completas descripciones de los parámetros.

X = número de revisión

YY = código de idioma

La documentación técnica de los convertidores Danfoss también se encuentra disponible en www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.

1.1.2. Aprobaciones



1.1.3. Símbolos

Símbolos utilizados en esta Guía de Diseño.

¡NOTA!
Indica algo que el usuario debe tener en cuenta.



Indica una advertencia general.



Indica una advertencia de alta tensión.

*

Indica ajustes predeterminados

1.1.4. Abreviaturas

Corriente alterna	AC
Diámetro de cable norteamericano	AWG
Amperio/AMP	A
Adaptación automática del motor	AMA
Límite de intensidad	I_{LIM}
Grados Celsius	°C
Corriente continua	DC
Dependiente de la unidad	D-TYPE
Compatibilidad electromagnética	EMC
Relé térmico electrónico	ETR
convertidor de frecuencia	FC
Gramo	g
Hercio	Hz
Kilohercio	kHz
Panel de control local	LCP
Metro	m
Milihenrio (inductancia)	mH
Miliamperio	mA
Milisegundo	ms
Minuto	min
Herramienta de control de movimiento	MCT
Nanofaradio	nF
Newton metro	Nm
Intensidad nominal del motor	$I_{M,N}$
Frecuencia nominal del motor	$f_{M,N}$
Potencia nominal del motor	$P_{M,N}$
Tensión nominal del motor	$U_{M,N}$
Parámetro	par.
Tensión protectora muy baja	PELV
Placa de circuito impreso	PCB
Intensidad nominal de salida del convertidor	I_{INV}
Revoluciones por minuto	RPM
Segundo	s
Límite de par	T_{LIM}
Voltios	V

1.1.5. Definiciones

Convertidor de frecuencia:

 $I_{VLT,MAX}$

La máxima intensidad de salida.

 $I_{VLT,N}$

Corriente de salida nominal suministrada por el convertidor de frecuencia.

 $U_{VLT,MAX}$

La máxima tensión de salida.

Entrada:

<p><u>Comando de control</u> Puede iniciar y detener el funcionamiento del motor conectado mediante el LCP y las entradas digitales. Las funciones se dividen en dos grupos. Las funciones del grupo 1 tienen mayor prioridad que las funciones del grupo 2.</p>	Grupo 1	Reset, Paro por inercia, Reset y paro por inercia, Parada rápida, Frenado de CC, Parada y la tecla "Off" (desconexión).
	Grupo 2	Arranque, Arranque de pulsos, Cambio de sentido, Arranque y cambio de sentido, Velocidad fija y Mantener salida

Motor:

f_{IOG}

Frecuencia del motor cuando está activada la función velocidad fija (mediante terminales digitales).

f_M

Frecuencia del motor.

f_{MAX}

Frecuencia máxima del motor.

f_{MIN}

Frecuencia mínima del motor.

$f_{M,N}$

Frecuencia nominal del motor (datos de la placa de características).

I_M

Intensidad del motor.

$I_{M,N}$

Intensidad nominal del motor (datos de la placa de características).

$n_{M,N}$

La velocidad nominal del motor (datos de la placa de características).

$P_{M,N}$

La potencia nominal del motor (datos de la placa de características).

$T_{M,N}$

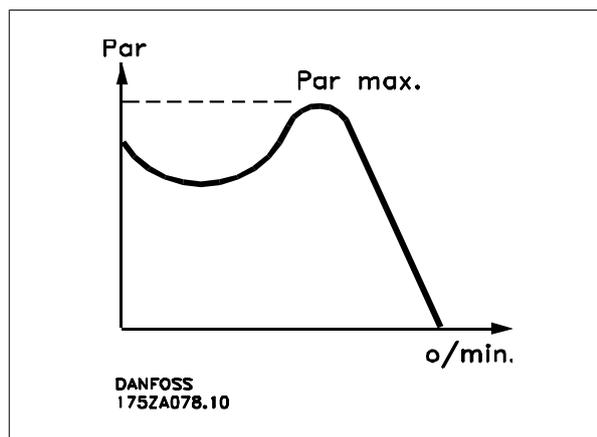
El par nominal (motor).

U_M

La tensión instantánea del motor.

$U_{M,N}$

La tensión nominal del motor (datos de la placa de características).



η_{VLT}

El rendimiento del convertidor de frecuencia se define como la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada.

Comando de desactivación de arranque

Comando de parada que pertenece al grupo 1 de los comandos de control (consulte este grupo).

Comando de parada

Consulte los comandos de control.

Referencias:

Referencia analógica

Señal transmitida a las entradas analógicas 53 ó 54; puede ser de tensión o de intensidad.

Referencia de bus

Señal transmitida al puerto de comunicación serie (puerto FC).

Referencia interna

Referencia interna definida que puede ajustarse a un valor comprendido entre el -100% y el +100% del intervalo de referencia. Pueden seleccionarse ocho referencias internas mediante los terminales digitales.

Referencia de pulsos

Señal de frecuencia de pulsos transmitida a las entradas digitales (terminal 29 ó 33).

Ref_{MAX}

Determina la relación entre la entrada de referencia a un 100% de plena escala (normalmente, 10 V y 20 mA) y la referencia resultante. El valor de la referencia máxima se ajusta en el par. 3-03.

Ref_{MIN}

Determina la relación entre la entrada de referencia a un valor del 0% (normalmente, 0 V, 0 mA y 4 mA) y la referencia resultante. El valor de la referencia mínima se ajusta en el par. 3-02.

Varios:

Entradas analógicas

Las entradas analógicas se utilizan para controlar varias funciones del convertidor de frecuencia.

Hay dos tipos de entradas analógicas:

Entrada de intensidad, 0-20 mA y 4-20 mA

Entrada de tensión, 0-10 V CC.

Salidas analógicas

Las salidas analógicas pueden proporcionar una señal de 0-20 mA, 4-20 mA, o una señal digital.

Adaptación automática del motor, AMA

El algoritmo AMA determina los parámetros eléctricos para el motor conectado cuando se encuentra parado.

Resistencia de freno

La resistencia de freno es un módulo capaz de absorber la energía de frenado generada durante el frenado regenerativo. Esta potencia de frenado regenerativo aumenta la tensión del circuito intermedio y un chopper de frenado garantiza que la potencia se transmita a la resistencia de freno.

Características de CT

Características de par constante utilizadas para bombas y ventiladores de desplazamiento positivo.

Entradas digitales

Las entradas digitales pueden utilizarse para controlar distintas funciones del convertidor de frecuencia.

Salidas digitales

El convertidor de frecuencia dispone de dos salidas de estado sólido que pueden proporcionar una señal de 24 V CC (máx. 40 mA).

DSP

Procesador digital de señal.

Salidas de relé:

El convertidor de frecuencia dispone de dos salidas de relé programables.

ETR

El relé térmico-electrónico es un cálculo de la carga térmica basado en la carga actual y el tiempo que transcurre con esa carga. Su finalidad es calcular la temperatura del motor.

GLCP:

Panel gráfico de control local (LCP 102)

Inicialización

Si se lleva a cabo una inicialización (par. 14-22), los parámetros programables del convertidor de frecuencia se restablecen en los ajustes de fábrica.

Ciclo de trabajo intermitente

Un ciclo de trabajo intermitente se refiere a una secuencia de ciclos de trabajo. Cada ciclo está formado por un período en carga y un período sin carga. El funcionamiento puede ser de trabajo periódico o de trabajo no periódico.

LCP

El panel de control local (LCP) constituye una completa interfaz para el control y la programación del convertidor. El panel de control es desmontable y puede instalarse a un máximo de 3 metros de distancia del convertidor de frecuencia; por ejemplo, en un panel frontal, mediante el kit de instalación opcional.

El panel de control local está disponible en dos versiones:

- Panel numérico LCP101 (NLCP)
- Panel gráfico LCP102 (GLCP)

lsb

Bit menos significativo.

MCM

Sigla en inglés de Mille Circular Mil, una unidad norteamericana de sección de cables. 1 MCM \equiv 0,5067 mm².

msb

Bit más significativo.

NLCP

Panel numérico de control local LCP101

Parámetros en línea/fuera de línea

Los cambios realizados en los parámetros en línea se activan inmediatamente después de cambiar el valor del dato. Los cambios realizados en los parámetros fuera de línea no se activan hasta que se pulsa [OK] (Aceptar) en el LCP.

Controlador PID

El controlador PID mantiene la velocidad, presión, temperatura, etc., que desee ajustando la frecuencia de salida para adaptarla a la carga variable.

RCD

Dispositivo de corriente residual

Ajuste

Puede guardar los ajustes de parámetros en cuatro ajustes distintos. Puede cambiar entre estos cuatro ajustes de parámetros y editar uno mientras otro está activo.

SFAVM

Patrón de conmutación denominado S tator F lux orientado A synchronous V ector M odulation (par. 14-00).

Compensación de deslizamiento

El convertidor de frecuencia compensa el deslizamiento del motor añadiendo un suplemento a la frecuencia que sigue a la carga medida del motor, manteniendo la velocidad del mismo casi constante.

Smart Logic Control (SLC)

SLC es una secuencia de acciones definidas por el usuario que se ejecuta cuando el SLC evalúa como verdaderos los eventos asociados definidos por el usuario.

Termistor:

Resistencia que depende de la temperatura y que se coloca en el punto donde ha de controlarse la temperatura (convertidor de frecuencia o motor).

Desconexión

Estado al que se pasa en situaciones de fallo; por ejemplo, si el convertidor de frecuencia se sobrecalienta, o cuando está protegiendo al motor, al proceso o al mecanismo. Se impide el reinicio hasta que desaparece la causa del fallo, y se anula el estado de desconexión mediante la activación del reinicio o, en algunos casos, mediante la programación de un reinicio automático. No debe utilizarse la desconexión de cara a la seguridad personal.

Bloqueo por alarma

Estado al que se pasa en situaciones de fallo cuando el convertidor de frecuencia está protegiéndose a sí mismo y requiere una intervención física; por ejemplo, si el convertidor de frecuencia está sujeto a un cortocircuito en la salida. Un bloqueo por alarma puede cancelarse cortando la alimentación, eliminando la causa del fallo y volviendo a conectar el convertidor de frecuencia. Se impide el reinicio hasta que se cancela el estado de desconexión mediante la activación del reinicio o, en algunos casos, mediante la programación del reinicio automático. No debe utilizarse el bloqueo por alarma como medida de seguridad del personal.

Características de VT

Características de par variable utilizadas en bombas y ventiladores.

VVCplus

Si se compara con el control de relación tensión/frecuencia estándar, el Control Vectorial de Tensión (VVC^{plus}) mejora la dinámica y la estabilidad, tanto cuando se cambia la referencia de velocidad como en relación con el par de carga.

60° AVM

Patrón de conmutación denominado 60° A synchronous Vector Modulation (par. 14-00).

1.1.6. Factor de potencia

El factor de potencia es la relación entre I_1 e I_{RMS} .

$$\text{Factor de potencia} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \times \cos\varphi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

El factor de potencia para el control trifásico es:

$$= \frac{I_1 \times \cos\varphi}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \text{ ya que } \cos\varphi = 1$$

El factor de potencia indica la carga que impone el convertidor de frecuencia sobre la alimentación de red.

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + \dots + I_n^2}$$

Cuanto menor sea el factor de potencia, mayor será el I_{RMS} para el mismo rendimiento en kW.

Además, un factor de potencia elevado indica que las distintas corrientes armónicas son bajas.

Las bobinas CC integradas en los convertidores de frecuencia producen un factor de potencia alto, que minimiza la carga impuesta a la alimentación de red.

2. Introducción al convertidor de frecuencia VLT AQUA

2.1. Seguridad

2.1.1. Nota de seguridad



La tensión del convertidor de frecuencia es peligrosa cuando el equipo está conectado a la red. La instalación incorrecta del motor, del convertidor de frecuencia o del bus de campo puede producir daños al equipo, lesiones físicas graves e incluso la muerte. Por lo tanto, es necesario respetar las instrucciones de este manual, así como las normas y reglamentos de seguridad locales y nacionales.

Medidas de seguridad

1. En caso de que haya que realizar actividades de reparación, el convertidor de frecuencia deberá desconectarse de la red eléctrica. Antes de retirar las conexiones del motor y de la red eléctrica, compruebe que se haya desconectado la alimentación de red y que haya transcurrido el tiempo necesario.
2. La tecla [STOP/RESET] (Parada/Reset) del panel de control del convertidor de frecuencia no desconecta el equipo de la red, por lo que no debe utilizarse como un interruptor de seguridad.
3. Debe establecerse una correcta conexión protectora a tierra del equipo, el usuario debe estar protegido de la tensión de alimentación y el motor debe estar protegido de sobrecargas conforme a la normativa nacional y local aplicable.
4. La corriente de fuga a tierra es superior a 3,5 mA.
5. La protección contra sobrecarga del motor se establece con el par. 1-90 *Protección térmica motor*. Si se desea utilizar esta función, ajuste el parámetro 1-90 en el valor de datos [Descon. ETR] (valor predeterminado) o [Advert. ETR]. Nota: la función se inicializa a 1,16 x corriente nominal del motor y frecuencia nominal del motor. Para EE UU: las funciones ETR proporcionan protección contra sobrecarga del motor de clase 20, de acuerdo con NEC.
6. No retire las conexiones del motor ni de la red de alimentación mientras el convertidor de frecuencia VLT esté conectado a la red eléctrica. Antes de retirar las conexiones del motor y de la red eléctrica, compruebe que se haya desconectado la alimentación de red y que haya transcurrido el tiempo necesario.
7. Tenga en cuenta que el convertidor tiene otras entradas de tensión además de las entradas L1, L2 y L3 cuando la carga está compartida (enlace del circuito intermedio CC) y se ha instalado el suministro externo de 24 V CC. Antes de efectuar cualquier trabajo de reparación, compruebe que se hayan desconectado todas las entradas de tensión y que haya transcurrido un período de tiempo suficiente.

Instalación en altitudes elevadas



Para altitudes superiores a 2 km, póngase en contacto con Danfoss Drives en relación con PELV.

Advertencia contra arranques no deseados

1. Mientras el convertidor de frecuencia esté conectado a la red eléctrica, el motor podrá pararse mediante comandos digitales, comandos de bus, referencias o parada local por LCP. Si la seguridad de las personas exige que no se produzca, bajo ningún concepto, un arranque accidental, estas funciones de parada no serán suficientes.
2. El motor podría arrancar mientras se modifican los parámetros. Por lo tanto, siempre deberá estar activada la tecla de parada [STOP/RESET] (Parada/Reset), después de lo cual podrán modificarse los datos.
3. Un motor parado podría arrancar si se produjese un fallo en los componentes electrónicos del convertidor de frecuencia, si se produjese una sobrecarga temporal, un fallo de la red eléctrica o un fallo en la conexión del motor.



Advertencia:

El contacto con los componentes eléctricos puede llegar a provocar la muerte, incluso una vez desconectado el equipo de la red de alimentación.

Además, asegúrese de haber desconectado el resto de las entradas de tensión, como el suministro externo de 24 V CC, la carga compartida (enlace del circuito intermedio CC) y la conexión del motor para energía regenerativa.

Consulte el **Manual de instrucciones del convertidor VLT® AQUA MG.20.MX.YY** para obtener detalles de las directrices de seguridad.

2.1.2. Precaución



Los condensadores de enlace de CC del convertidor de frecuencia permanecen cargados después de desconectar la alimentación. Para evitar el peligro de descargas eléctricas, antes de llevar a cabo tareas de mantenimiento, desconecte el convertidor de frecuencia de la toma de alimentación. Antes de iniciar el mantenimiento del convertidor de frecuencia, espere como mínimo el tiempo indicado:

Tensión	Mín. tiempo de espera			
	4 min.	15 min.	20 min.	30 min.
200 - 240 V	0.25 - 3.7 kW	5.5 - 45 kW		
380 - 480 V	0.37 - 7.5 kW	11 - 90 kW	110 - 250 kW	315 - 450 kW
525-600 V	0.75 kW - 7.5 kW		110 - 250 kW	315 - 560 kW
525-690 V			45 - 400 kW	450 - 630 kW

Tenga en cuenta que puede haber alta tensión en el enlace de CC aunque los indicadores LED estén apagados.



Los equipos que contienen componentes eléctricos no pueden desecharse junto con los desperdicios domésticos. Deben recogerse de forma selectiva junto con otros residuos de origen eléctrico y electrónico conforme a la legislación local vigente.

2.2. Versión de software

Convertidor VLT AQUA
Guía de Diseño
Versión del software: 1.05



Esta Guía de Diseño puede emplearse para todos los convertidores de frecuencia VLT AQUA que incorporen la versión de software 1.05. El número de la versión del software puede verse en el parámetro 15-43.

2.3. Marca CE

2.3.1. Conformidad y marca CE

¿Qué es la Conformidad y marca CE?

El propósito de la marca CE es evitar los obstáculos técnicos para la comercialización en la EFTA y la UE. La UE ha introducido la marca CE como un modo sencillo de demostrar si un producto cumple con las directivas correspondientes de la UE. La marca CE no es indicativa de la calidad o las especificaciones de un producto. Los convertidores de frecuencia se tratan en tres directivas de la UE, que son las siguientes:

Directiva sobre máquinas (98/37/EEC)

Toda la maquinaria con partes móviles críticas está cubierta por la directiva sobre máquinas, vigente desde el 1 de enero de 1995. Teniendo en cuenta que los convertidores de frecuencia funcionan primordialmente con electricidad, no están incluidos en esta directiva. Sin embargo, si se suministra un convertidor de frecuencia para utilizarlo con una máquina, proporcionamos información sobre los aspectos de seguridad relativos a dicho convertidor. Lo hacemos mediante una declaración del fabricante.

Directiva sobre baja tensión (73/23/EEC)

Los convertidores de frecuencia deben contar con la marca CE según la directiva sobre baja tensión, vigente desde el 1 de enero de 1997. Esta directiva es aplicable a todos los equipos y aparatos eléctricos utilizados en el rango de tensión de 50 - 1.000 V CA y 75 - 1.500 V CC. Danfoss otorga la marca CE de acuerdo con esta directiva y emite una declaración de conformidad si así se solicita.

Directiva sobre EMC (89/336/CEE)

EMC son las siglas en inglés del término compatibilidad electromagnética. La presencia de compatibilidad electromagnética significa que las interferencias mutuas entre los diferentes componentes/aparatos no afectan al funcionamiento de los mismos.

La directiva EMC entró en vigor el 1 de enero de 1996. Danfoss otorga la marca CE de acuerdo con esta directiva y emite una declaración de conformidad si así se solicita. Para realizar una instalación correcta en cuanto a EMC, véanse las instrucciones en esta Guía de diseño. Además, especificamos las normas que cumplen nuestros distintos productos. Ofrecemos los filtros que pueden encontrarse en las especificaciones y proporcionamos otros tipos de asistencia para asegurar un resultado óptimo de EMC.

En la mayoría de los casos, los profesionales del sector utilizan el convertidor de frecuencia como un componente complejo que forma parte de un equipo, sistema o instalación más grandes. Debe señalarse que la responsabilidad sobre las propiedades finales en cuanto a EMC del aparato, sistema o instalación, corresponde al instalador.

2.3.2. Qué situaciones están cubiertas

La directriz de la UE "*Guidelines on the Application of Council Directive 89/336/EEC*" (directrices para la aplicación de la Directiva del Consejo 89/336/CEE) describe tres situaciones típicas de utilización de convertidores de frecuencia. Consultar más adelante para cobertura EMC y marca CE.

1. El convertidor de frecuencia se vende directamente al usuario final. Por ejemplo, el convertidor se vende en el mercado doméstico. El consumidor final es un ciudadano normal sin una formación especial. Instala el convertidor personalmente, por ejemplo, en una máquina que usa como pasatiempo o en un electrodoméstico. Para tales usos, el convertidor de frecuencia debe contar con la marca CE según la directiva sobre EMC.
2. El convertidor de frecuencia se vende para instalarlo en una planta, construida por profesionales del sector correspondiente. Por ejemplo, puede tratarse de una instalación de producción o de calefacción/ventilación, diseñada e instalada por profesionales. En este caso, ni el convertidor ni la instalación terminada necesitan contar con la marca CE según la directiva sobre EMC. Sin embargo, la unidad debe cumplir con los requisitos básicos de compatibilidad electromagnética establecidos en la directiva. Esto puede asegurarse utilizando componentes, aparatos y sistemas con la marca CE, según la directiva sobre EMC.
3. El convertidor de frecuencia se vende como parte de un sistema completo. El sistema está siendo comercializado como un conjunto y podría ser, p. ej., un sistema de aire acondicionado. El sistema completo debe contar con la marca CE según la directiva sobre EMC. El fabricante puede garantizar la marca CE según la directiva sobre EMC, ya sea utilizando componentes con la marca CE o bien realizando pruebas de EMC del sistema. Si decide utilizar sólo componentes con la marca CE, no está obligado a probar todo el sistema.

2.3.3. Convertidores de frecuencia Danfoss marca CE

La marca CE es una característica positiva cuando se emplea para su propósito original, es decir, facilitar la comercialización en la UE y la EFTA.

Sin embargo, la marca CE puede abarcar muchas especificaciones diferentes. Por lo tanto, deberá comprobar qué cubre una marca CE concreta.

Esta es la razón de que la marca CE pueda dar a los instaladores una falsa impresión de seguridad cuando utilizan un convertidor de frecuencia como componente de un sistema o un aparato.

Danfoss etiqueta con la marca CE sus convertidores de frecuencia VLT según la directiva sobre baja tensión y compatibilidad electromagnética. Esto significa que siempre que el convertidor de frecuencia se instale correctamente, queda garantizado que cumple con ambas directivas. Danfoss emite una declaración de conformidad para hacer constar que nuestra marca CE cumple la directiva sobre baja tensión.

La marca CE es aplicable a la directiva sobre EMC, con la condición de que se sigan las instrucciones para la instalación y filtrado correctos en cuanto a EMC. Sobre esta base, se emite una declaración de conformidad con la directiva sobre EMC.

La Guía de Diseño ofrece instrucciones detalladas para la instalación y asegurarse así la instalación adecuada respecto al EMC. Además, Danfoss especifica las normas que cumplen sus distintos productos.

Danfoss está a su disposición para proporcionar otros tipos de asistencia que le ayuden a obtener el mejor resultado posible en cuanto a compatibilidad electromagnética.

2.3.4. Conformidad con la Directiva sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC

En la mayoría de los casos, y tal y como se ha mencionado anteriormente, los profesionales del sector utilizan el convertidor de frecuencia como un componente complejo que forma parte de un equipo, sistema o instalación más grande. Debe señalarse que la responsabilidad sobre las propiedades finales en cuanto a EMC del aparato, sistema o instalación, corresponde al instalador. Como ayuda al instalador, Danfoss ha preparado unas directrices de instalación en cuanto a compatibilidad electromagnética, para el sistema Power Drive. Las normas y niveles de prueba establecidos para sistemas Power Drive se cumplirán siempre que se hayan seguido las instrucciones para la instalación correcta en cuanto a EMC, véase la sección *Inmunidad EMC*.

2.4. Humedad atmosférica

2.4.1. Humedad atmosférica

El convertidor de frecuencia ha sido diseñado para cumplir la norma IEC/EN 60068-2-3, EN 50178 pkt. 9.4.2.2 a 50°C.

2.5. Entornos agresivos

Un convertidor de frecuencia consta de un gran número de componentes mecánicos y electrónicos. Todos ellos son, hasta cierto punto, vulnerables a los efectos ambientales.



El convertidor de frecuencia no se debe instalar en lugares en los que haya líquidos, partículas o gases en suspensión capaces de afectar y dañar los componentes electrónicos. Si no se toman las medidas de protección necesarias, aumentará el riesgo de paradas, y se reducirá la duración del convertidor de frecuencia.

Los líquidos pueden ser transportados por el aire y condensarse en el convertidor de frecuencia, provocando la corrosión de los componentes y las partes metálicas. El vapor, la grasa y el agua salada pueden ocasionar la corrosión de componentes y de piezas metálicas. En tales entornos, utilice equipos con clasificación de protección IP 55. Como protección extra, se pueden pedir opcionalmente placas de circuitos impresos con revestimiento barnizado.

Las partículas transportadas en el aire, como el polvo, pueden provocar fallos mecánicos, eléctricos o térmicos en el convertidor de frecuencia. Un indicador habitual de los niveles excesivos de partículas suspendidas en el aire son las partículas de polvo alrededor del ventilador del convertidor de frecuencia. En entornos con mucho polvo, se recomienda el uso de un equipo con clasificación de protección IP 55 o un armario para equipos IP 00/IP 20/TIPO 1.

En ambientes con altos niveles de temperatura y humedad, los gases corrosivos, como los compuestos de azufre, nitrógeno y cloro, originarán procesos químicos en los componentes del convertidor de frecuencia.

Dichas reacciones químicas afectarán a los componentes electrónicos y los dañarán con rapidez. En esos ambientes, monte el equipo en un armario con ventilación de aire fresco, manteniendo los gases agresivos alejados del convertidor de frecuencia.

Como protección extra, en estas zonas se puede pedir opcionalmente el barnizado de las placas de circuitos impresos.



¡NOTA!

La instalación de los convertidores de frecuencia en entornos agresivos aumentará el riesgo de parada del sistema y reducirá considerablemente la vida útil del convertidor.

Antes de instalar el convertidor de frecuencia, compruebe la presencia de líquidos, partículas y gases en el aire. Para ello, observe las instalaciones existentes en este entorno. Signos habituales de líquidos dañinos en el aire son la existencia de agua o aceite en las piezas metálicas o su corrosión.

Los niveles excesivos de partículas de polvo suelen encontrarse en los armarios de instalación y en las instalaciones eléctricas existentes. Un indicador de la presencia de gases corrosivos es el ennegrecimiento de los conductos de cobre y los extremos de los cables de las instalaciones existentes.

2.6. Vibración y choque

El convertidor de frecuencia ha sido probado según un procedimiento basado en las siguientes normativas:

El convertidor de frecuencia cumple los requisitos relativos a estas condiciones cuando se monta en las paredes y suelos de instalaciones de producción, o en paneles atornillados a paredes o suelos.

IEC/EN 60068-2-6:	Vibración (sinusoidal) - 1970
IEC/EN 60068-2-64:	Vibración aleatoria de banda ancha

2.7. Ventajas

2.7.1. ¿Por qué utilizar un convertidor de frecuencia para controlar ventiladores y bombas?

Un convertidor de frecuencia saca partido de que las bombas centrífugas y los ventiladores siguen las leyes de proporcionalidad que les son propias. Para obtener más información, consulte el apartado *Las leyes de la proporcionalidad*.

2.7.2. Una clara ventaja: el ahorro de energía

La gran ventaja de emplear un convertidor de frecuencia para controlar la velocidad de ventiladores o bombas está en el ahorro de electricidad. Si se compara con sistemas de control y tecnologías alternativas, un convertidor de frecuencia es el sistema de control de energía óptimo para controlar sistemas de ventiladores y bombas.

2

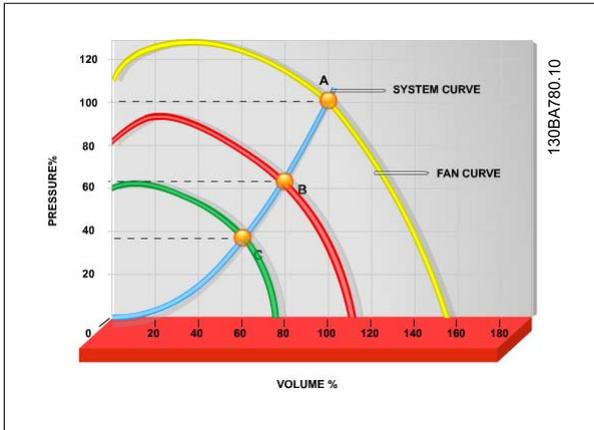


Ilustración 2.1: El gráfico muestra curvas de ventilador (A, B y C) para caudales bajos de ventilador.

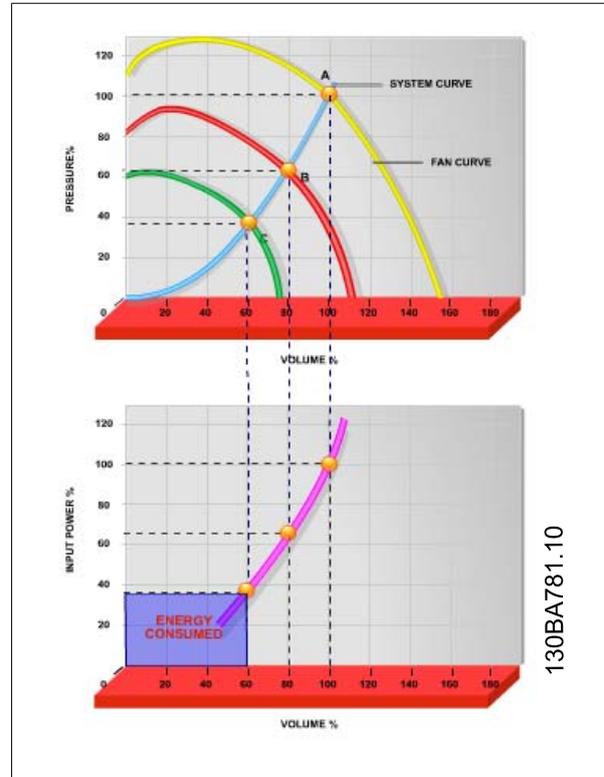


Ilustración 2.2: Cuando se utiliza un convertidor de frecuencia para reducir la capacidad del ventilador al 60% es posible obtener más del 50% de ahorro en equipos convencionales.

2.7.3. Ejemplo de ahorro de energía

Como muestra la figura (leyes de proporcionalidad), el caudal se controla cambiando las rpm. Al reducir la velocidad sólo un 20% respecto a la velocidad nominal, el caudal también se reduce en un 20%. Esto se debe a que el caudal es directamente proporcional a las rpm. El consumo eléctrico, sin embargo, se reduce en un 50%.

Si el sistema en cuestión sólo tiene que suministrar un caudal correspondiente al 100% durante unos días al año, mientras que el promedio es inferior al 80% del caudal nominal para el resto del año, el ahorro de energía es incluso superior al 50%.

The laws of proportionality

La siguiente figura describe la dependencia del caudal, la presión y el consumo de energía, de las revoluciones del motor.

Q = Caudal

Q₁ = Caudal nominal

Q₂ = Caudal reducido

H = Presión

H₁ = Presión nominal

H₂ = Presión reducida

P = Energía

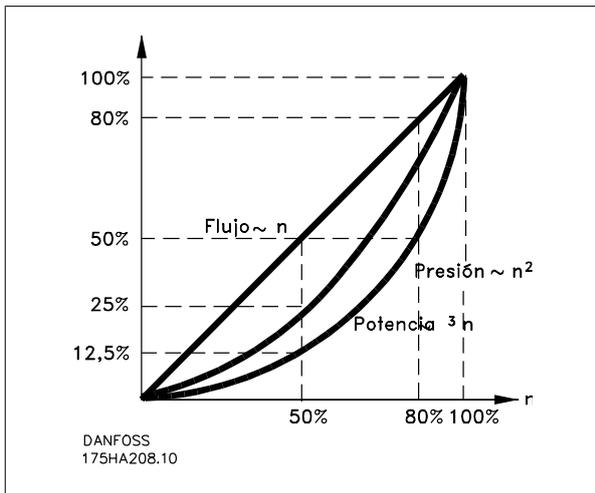
P₁ = Potencia nominal

P₂ = Potencia reducida

n = Regulación de velocidad

n₁ = Velocidad nominal

n₂ = Velocidad reducida



$$\text{Caudal} : \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

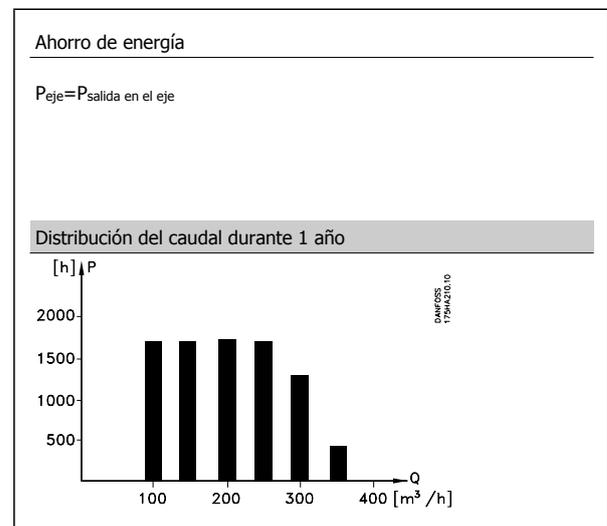
$$\text{Presión} : \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$\text{Potencia} : \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

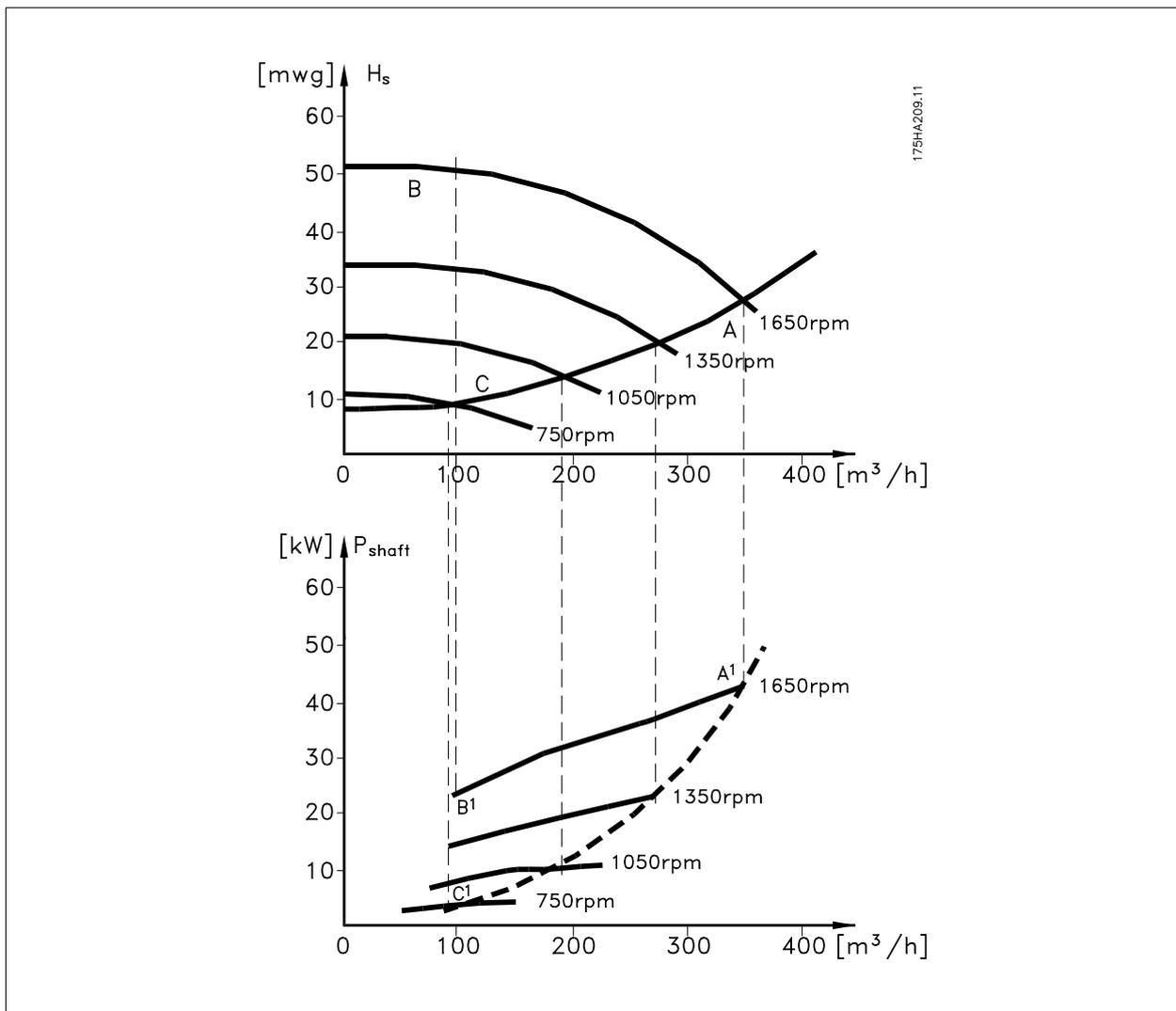
2.7.4. Ejemplo con caudal variable durante 1 año

El siguiente ejemplo está calculado en base a las características de una bomba según su hoja de datos.

El resultado obtenido muestra un ahorro de energía superior al 50% para el caudal dado, durante un año. El periodo de amortización depende del precio por kWh y del precio del convertidor de frecuencia. En este ejemplo, es inferior a un año comparado con las válvulas y la velocidad constante.



2



m³/h	Distribución		Regulación por válvula		Control por convertidor de frecuencia	
	%	Horas	Potencia	de potencia	Potencia	de potencia
			A ₁ - B ₁	kWh	A ₁ - C ₁	kWh
350	5	438	42,5	18.615	42,5	18.615
300	15	1314	38,5	50.589	29,0	38.106
250	20	1752	35,0	61.320	18,5	32.412
200	20	1752	31,5	55.188	11,5	20.148
150	20	1752	28,0	49.056	6,5	11.388
100	20	1752	23,0	40.296	3,5	6.132
Σ	100	8760		275.064		26.801

2.7.5. Control mejorado

Si se utiliza un convertidor de frecuencia para controlar el caudal o la presión de un sistema, se obtiene un control mejorado.

Un convertidor de frecuencia puede variar la velocidad de un ventilador o una bomba, lo que permite obtener un control variable de caudal y presión.

Además, adapta rápidamente la velocidad de un ventilador o de una bomba a las nuevas condiciones de caudal o presión del sistema.

Control simple del proceso (caudal, nivel o presión) utilizando el control PID integrado en el convertidor.

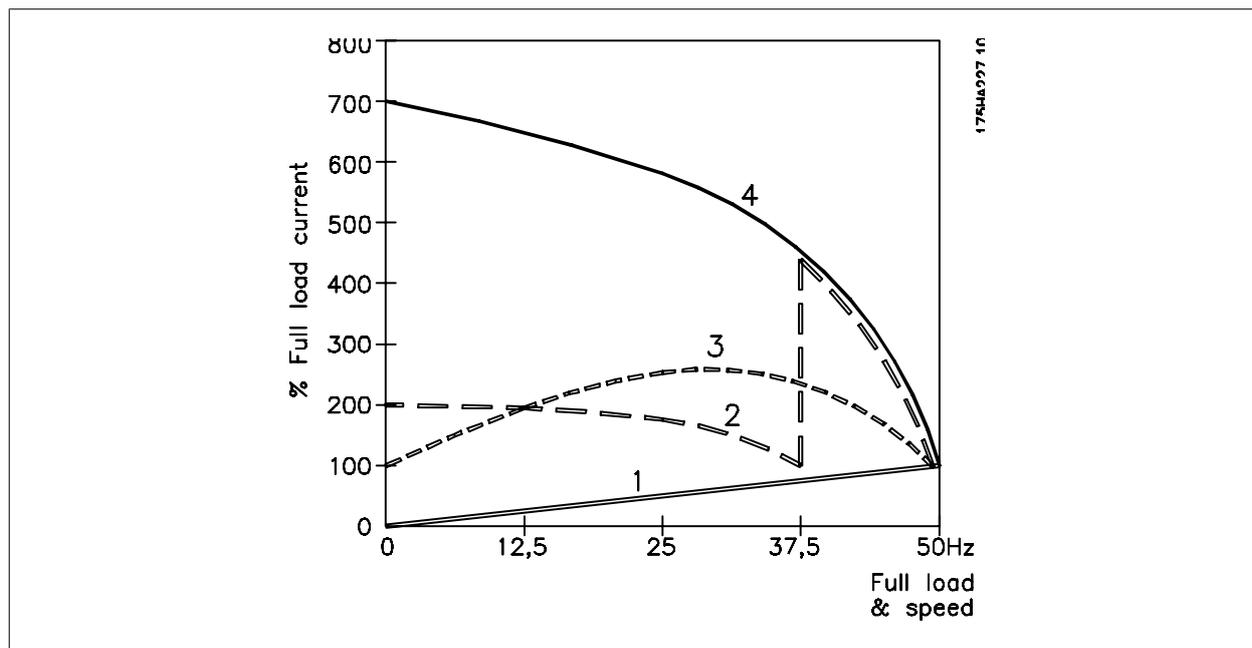
2.7.6. Compensación de $\cos \phi$

En general, un convertidor de frecuencia con un $\cos \phi$ igual a 1 proporciona una corrección del factor de potencia para el $\cos \phi$ del motor, lo que significa que no hay necesidad de considerar el $\cos \phi$ del motor cuando se dimensiona la unidad de corrección del factor de potencia.

2.7.7. No es necesario un arrancador en estrella/triángulo ni un arrancador suave

Cuando se necesita arrancar motores relativamente grandes, en muchos países es necesario usar equipos que limitan la tensión de arranque. En los sistemas tradicionales, se utiliza con frecuencia un arrancador en estrella/triángulo o un arrancador suave. Estos arrancadores de motor no se necesitan si se usa un convertidor de frecuencia.

Como se ilustra en la siguiente figura, un convertidor de frecuencia no consume más tensión que la nominal.



- 1 = Convertidor VLT AQUA
- 2 = Arrancador en estrella/triángulo
- 3 = Arrancador suave
- 4 = Arranque directamente con la alimentación de red

2.8. Controles VLT AQUA

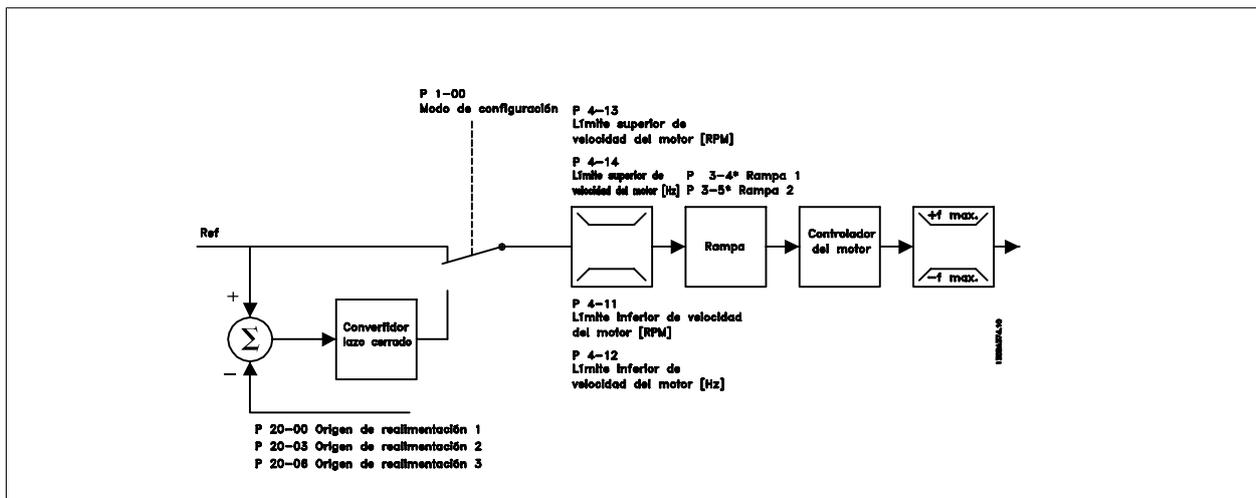
2.8.1. Principio de control

Los convertidores de frecuencia rectifican la tensión de CA de la red de alimentación y la convierten en tensión de CC, después de lo cual dicha tensión de CC se convierte en corriente CA de amplitud y frecuencia variables.

De este modo, el motor recibe una tensión y frecuencia variables, lo que permite una regulación infinitamente variable de la velocidad en motores CA trifásicos estándar.

2.8.2. Estructura de control

Estructura de control en configuraciones de lazo abierto y de lazo cerrado:



En la configuración mostrada en la ilustración anterior, el par. 1-01, está ajustado a *Lazo abierto* [0]. Se recibe la referencia resultante del sistema de manejo de referencias y se transfiere a la limitación de rampa y de velocidad antes de enviarse al control del motor. La salida del control del motor se limita entonces según el límite de frecuencia máxima.

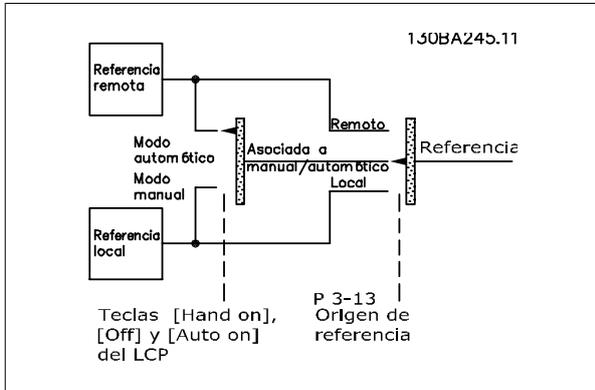
Seleccione *Lazo cerrado* [3] en el par. 1-00 para utilizar el controlador PID para el control de lazo cerrado de, por ejemplo, el caudal, el nivel o la presión en la aplicación controlada. Los parámetros del PID se encuentran en el grupo de par. 20-**.

2.8.3. Control Local (Hand On) y Remoto (Auto On)

El convertidor de frecuencia puede accionarse manualmente a través del panel de control local (LCP) o de forma remota a través de entradas analógicas y digitales, así como a través del bus serie.

Si se permite en los par. 0-40, 0-41, 0-42 y 0-43, es posible arrancar y parar el convertidor de frecuencia mediante el LCP utilizando las teclas [Off] (Apagar) y [Hand ON] (Control local). Las alarmas pueden reiniciarse mediante la tecla [RESET] (Reinicio). Después de pulsar la tecla [Hand On] (Marcha local), el convertidor pasa al modo manual y sigue (de manera predeterminada) la referencia local ajustada mediante las teclas de flecha del LCP.

Tras pulsar la tecla [Auto On] (Control remoto), el convertidor de frecuencia pasa al modo automático y sigue (de manera predeterminada) la referencia remota. En este modo, resulta posible controlar el convertidor de frecuencia mediante las entradas digitales y diferentes interfaces serie (RS-485, USB o un bus de campo opcional). Consulte más detalles acerca del arranque, parada, cambio de rampas y ajustes de parámetros en el grupo de par. 5-1* (entradas digitales) o en el grupo de par. 8-5* (comunicación serie).



Referencia activa y Modo de configuración

La referencia activa puede ser tanto la referencia local como la remota.

En el par. 3-13 *Origen de referencia*, puede seleccionarse de forma permanente la referencia local eligiendo *Local* [2].

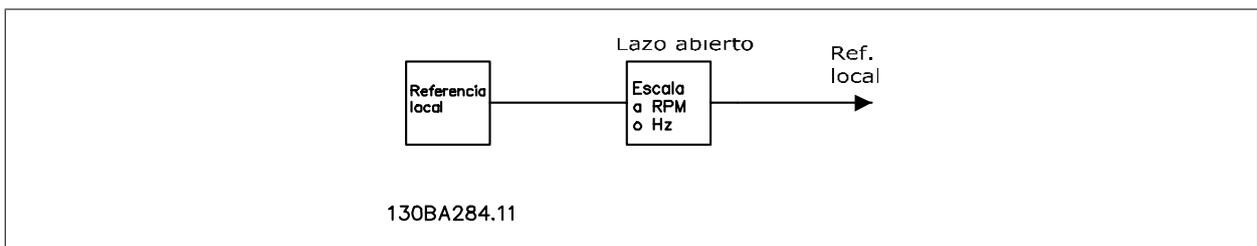
Para seleccionar permanentemente la referencia remota seleccione *Remoto* [1]. Seleccionando *Conex. a manual/auto* [0] (predeterminado), el origen de referencia dependerá de qué modo esté activo. (Manual o Auto).

Hand Off Auto Teclas del LCP	Origen de referencia Par. 3-13	Referencia activa
Manual	Conex. a manual/auto	Local
Manual -> No	Conex. a manual/auto	Local
Auto	Conex. a manual/auto	Remoto
Auto -> No	Conex. a manual/auto	Remoto
Todas las teclas	Local	Local
Todas las teclas	Remoto	Remoto

La tabla indica bajo qué condiciones está activa la referencia local o la remota. Una de ellas está siempre activa, pero nunca pueden estarlo ambas a la vez.

El par. 1-00, Modo configuración, determina el tipo de principio de control de aplicación (es decir, Lazo abierto o Lazo cerrado) que se usará cuando esté activa la referencia remota (véase la tabla anterior para consultar las condiciones).

Manejo de referencias - Referencia local



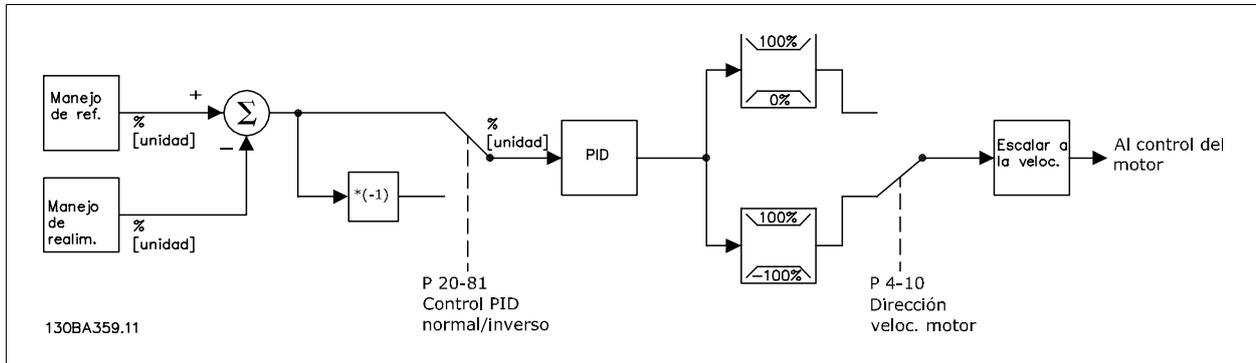
2.9. PID

2.9.1. Controlador de lazo cerrado (PID)

El controlador de lazo cerrado permite que el convertidor de frecuencia se convierta en parte integral del sistema controlado. El convertidor de frecuencia recibe una señal de realimentación desde un sensor en el sistema. Compara esta señal con un valor de referencia y determina el error, si lo hay, entre las dos señales. Ajusta luego la velocidad del motor para corregir el error.

Por ejemplo, consideremos una aplicación de bombas en la que la velocidad de una bomba debe ser controlada de forma que la presión en una tubería sea constante. El valor de presión estática deseado se suministra al convertidor de frecuencia como referencia de consigna. Un sensor de presión estática mide la presión actual en la tubería y suministra el dato al convertidor como señal de realimentación. Si la señal de realimentación es mayor que la referencia de consigna, el convertidor de frecuencia disminuirá la velocidad para reducir la presión. De la misma forma, si la presión en la tubería es inferior a la referencia de consigna, el convertidor de frecuencia acelerará para aumentar la presión suministrada por la bomba.

2



¡NOTA!

Aunque los valores predeterminados del controlador de lazo cerrado del convertidor proporcionarán normalmente un rendimiento satisfactorio, a menudo puede optimizarse el control del sistema ajustando algunos de los parámetros del mismo. También se pueden ajustar automáticamente las constantes del control PI.

La figura representa un diagrama del controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia. Los detalles de los bloques Gestión de referencias y Gestión de realimentación se describen en las secciones respectivas, más adelante.

Los siguientes parámetros son adecuados para una aplicación sencilla de control PID:

Parámetro		Descripción de la función
Fuente realim. 1	par. 20-00	Seleccionar la fuente de Realimentación 1. Normalmente suele ser una entrada analógica, pero hay otras fuentes disponibles. Utilice el escalado de esta entrada para proporcionar los valores adecuados para esta señal. La fuente predeterminada para Realimentación 1 es la Entrada analógica 54.
Unidad ref./realim.	par 20-12	Seleccione la unidad para la referencia de consigna y realimentación del controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia. Nota: Puesto que es posible aplicar un factor de conversión a la señal de realimentación antes de que ésta sea utilizada por el controlador de lazo cerrado, la Unidad de referencia/realimentación (par. 20-12) no tiene por qué ser la misma que la Unidad de la fuente de realimentación (par. 20-02, 20-05 y 20-08).
Control normal/inverso de PID	par. 20-81	Seleccione <i>Normal</i> [0] si la velocidad del motor debe disminuir cuando la realimentación sea mayor que la consigna de referencia. Seleccione <i>Inverso</i> [1] si la velocidad del motor debe aumentar cuando la realimentación sea mayor que la consigna de referencia.
Ganancia proporcional de PID	par. 20-93	Este parámetro ajusta la salida del controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia en base al error entre la realimentación y la referencia de consigna. La respuesta rápida del controlador se obtiene cuando el valor es grande. No obstante, si se utiliza un valor demasiado grande, la frecuencia de salida del convertidor puede volverse inestable.
Tiempo de integral de PID	par. 20-94	El integrador suma a lo largo del tiempo (integra) el error entre la realimentación y la referencia de consigna. Esto es necesario para asegurar que el error se aproxima a cero. La respuesta rápida del controlador se obtiene cuando este valor es pequeño. No obstante, si se utiliza un valor demasiado pequeño, la frecuencia de salida del convertidor puede volverse inestable. El ajuste a 10.000 segundos desactiva el integrador.

Esta tabla resume los parámetros necesarios para configurar el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia cuando se compara una única señal de realimentación sin conversión con una única consigna. Este es el tipo más común de controlador de lazo cerrado.

2.9.2. Parámetros relativos al control de lazo cerrado

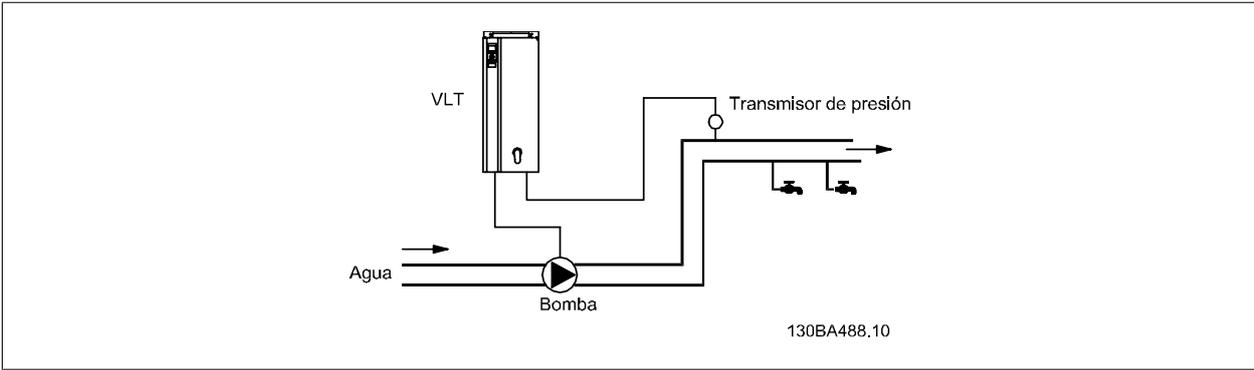
El controlador de lazo cerrado es capaz de gestionar aplicaciones más complejas, tales como situaciones en las que la función de conversión se aplica a la señal de realimentación, o situaciones en las que se utilizan múltiples señales de realimentación y/o referencias de consigna. La tabla siguiente resume los parámetros adicionales que pueden ser útiles en tales aplicaciones.

Parámetro	Nº par.	Descripción de la función
Fuente realim. 2	20-03	Seleccionar la fuente, si la hay, de realimentación 2 ó 3. Éstas suelen ser entradas analógicas del convertidor de frecuencia, pero también hay disponibles otras fuentes. El par. 20-20 determina cómo procesará el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia múltiples señales de realimentación. De forma predeterminada, están ajustados a <i>Sin función</i> [0].
Fuente realim. 3	20-06	
Conversión de realimentación 1	20-01	Se utilizan para convertir la señal de realimentación de un tipo a otro, por ejemplo de presión a caudal. $Caudal = \sqrt{Presión}$
Conversión de realimentación 2	20-04	
Conversión realim. 3	20-07	
Referencia de realimentación	20-12	Para ajustar la unidad utilizada por la referencia de consigna y la realimentación.
Función realim.	20-20	Cuando se utilizan múltiples señales de realimentación o consignas, determina cómo se procesarán por el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia.
Valor de consigna 1	20-21	Estas consignas pueden utilizarse para proporcionar una referencia de consigna para el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia. El par. 20-20 determina cómo se procesarán múltiples referencias de consigna. Cualquier otra referencia que se active en el grupo de par. 3-1* se añadirá a estos valores. El par. 20-29 puede utilizarse para reducir el valor de consigna con poco caudal sacando beneficio de la reducida resistencia de la tubería cuando el caudal es pequeño.
Valor de consigna 2	20-22	
Valor de consigna 3	20-23	
Factor de ajuste del valor de consigna	20-29	
Veloc. arranque PID [RPM]	20-82	El parámetro que esté visible dependerá del ajuste del par. 0-02, Unidad de velocidad de motor. En algunas aplicaciones, después de un comando de inicio es importante acelerar el motor en rampa rápidamente hasta alguna velocidad predeterminada, antes de activar el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia. Este parámetro define la velocidad de arranque.
Veloc. arranque PID [Hz]	20-83	
Ancho banda en referencia	20-84	Esto determina lo cerca que debe estar la realimentación de la referencia de consigna para que el convertidor de frecuencia indique que la realimentación es igual a la consigna.
Saturación de PID	20-91	<i>S</i> [1] desactiva la función integral del controlador de lazo cerrado cuando no es posible ajustar la frecuencia de salida del convertidor para corregir el error. Esto permite que el controlador responda más rápidamente una vez que pueda volver a controlar el sistema. <i>No</i> [0] desactiva esta función, haciendo que el funcionamiento integral permanezca activado de forma continua.
Tiempo diferencial de PID	20-95	Controla la salida del controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia basándose en la tasa de cambio de la realimentación. Mientras que este método puede proporcionar una respuesta más rápida del controlador, dicha respuesta rara vez es necesaria en sistemas de gestión de agua. El valor predeterminado de este parámetro es <i>No</i> , ó 0,00 s.
Límite ganancia dif. PID	20-96	Debido a que el diferenciador responde a la tasa de cambio de la realimentación, un cambio rápido puede producir un cambio grande y no deseado de la salida del controlador. Esto se utiliza para limitar el efecto máximo del diferenciador. No está activado cuando el par. 20-95 está ajustado a <i>No</i> .
Compensación caudal	22-80	A veces no es posible colocar un transductor de presión en un lugar remoto del sistema, y solo puede colocarse cercano a la salida de la bomba o del ventilador. La compensación de caudal funciona ajustando el valor de consigna de acuerdo con la frecuencia de salida, que es casi proporcional al caudal, compensando así las pérdidas más elevadas que se producen con caudales más altos. Estos parámetros se utilizan para ajustar la compensación de caudal
Aproximación curva cuadrada-lineal	22-81	
Cálculo punto de trabajo	22-82	
Velocidad sin caudal [RPM]	22-83	
Velocidad sin caudal [Hz]	22-84	
Velocidad punto diseño [RPM]	22-85	
Velocidad punto diseño [Hz]	22-86	
Presión a velocidad sin caudal	22-87	
Presión a velocidad nominal	22-88	
Caudal en punto de diseño	22-89	
Caudal a velocidad nominal	22-90	
Tiempo de filtro de paso bajo:	6-16	Se utiliza para filtrar el ruido de alta frecuencia de la señal de realimentación. El valor introducido aquí es la constante de tiempo para el filtro de paso bajo. La frecuencia de corte en Hz se calcula así: $F_{corte-off} = \frac{1}{2\pi T_{pasabajo}}$ Las variaciones en la señal de realimentación cuya frecuencia sea inferior a $F_{cut-off}$ serán utilizadas por el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia, mientras que las variaciones a frecuencias superiores serán consideradas ruido y atenuadas. Los valores grandes del Tiempo de filtro de paso bajo proporcionarán más filtrado, pero pueden producir que el controlador no responda a variaciones reales de la señal de realimentación.
Entrada analógica 53	6-26	
Entrada analógica 54	5-54	
Entrada digital (de pulsos) 29	5-59	
Entrada digital (de pulsos) 33	5-59	

2.9.3. Ejemplo de control PID de lazo cerrado.

A continuación podemos ver un ejemplo de un Control de lazo cerrado para una aplicación de bomba de refuerzo de presión.

2



En un sistema de distribución de agua, la presión debe mantenerse a un valor constante. La presión deseada (consigna) se ajusta entre 0 y 10 bar utilizando un potenciómetro de 0-10 voltios, o puede ajustarse mediante un parámetro. El sensor de presión tiene un rango de 0 a 10 bar y utiliza un transmisor de dos hilos para proporcionar una señal de 4-20 mA. El rango de frecuencia de salida del convertidor de frecuencia es de 10 a 50 Hz.

1. Arranque/parada mediante el interruptor conectado entre los terminales 12 (+24 V) y 18.
2. Referencia de presión mediante un potenciómetro (0-10 bar, 0-10 V) conectado a los terminales 50 (+10 V), 53 (entrada) y 55 (común).
3. Realimentación de presión por transmisor (0-10 bar, 4-20 mA) conectado al terminal 54. Interruptor S202 tras el Panel de control local ajustado a Sí (entrada de intensidad).

REALIMENTACION

NB. DEBE CONECTARSE UNA PANTALLA PARA LOS CABLES DE CONTROL AL TERMINAL 38 Ó 61.

SOLO HAY QUE SELECCIONAR ESTOS PARÁMETROS:

POTENCIA MOTOR PAR. 103
 TENSIÓN MOTOR PAR. 104
 FRECUENCIA MOTOR PAR. 105
 INTENSIDAD MOTOR PAR. 107

2.9.4. Orden de programación

Función	Nº par.	Ajuste
1) Asegúrese de que el motor funcione correctamente. Haga lo siguiente:		
Ajuste el convertidor de frecuencia para controlar el motor basándose en la frecuencia de salida del convertidor.	0-02	Hz [1]
Ajuste los parámetros del motor usando los datos de la placa de características.	1-2*	En función de las especificaciones de la placa de características del motor
Ejecute una Adaptación automática del motor.	1-29	Act. <i>AMA completo</i> [1] y ejecute luego la función AMA.
2) Compruebe que el motor esté girando en la dirección adecuada.		
Pulse la tecla "Hand On" del LCP y la tecla ^ para que el motor gire despacio. Compruebe que el motor gire en la dirección correcta.		Si el motor gira en la dirección indebida, desconecte temporalmente la alimentación e invierta dos de las fases del motor.
3) Asegúrese de que los límites del convertidor de frecuencia están ajustados a valores seguros.		
Compruebe que los ajustes de rampa se encuentren dentro de las posibilidades del convertidor de frecuencia y que cumplan las especificaciones permitidas de funcionamiento de la aplicación.	3-41 3-42	60 s. 60 s. Depende del tamaño de motor/carga También activo en modo manual.
Si es necesario, impida la inversión del motor	4-10	<i>Sentido horario</i> [0]
Especifique unos límites aceptables para la velocidad del motor.	4-12 4-14 4-19	10 Hz, <i>Mínima velocidad motor</i> 50 Hz, <i>Máxima velocidad motor</i> 50 Hz, <i>Máxima frecuencia de salida del convertidor</i>
Cambie de lazo abierto a lazo cerrado.	1-00	<i>Lazo cerrado</i> [3]
4) Configure la realimentación al controlador PID.		
Ajuste la Entrada analógica 54 como entrada de realimentación.	20-00	<i>Entrada analógica 54</i> [2] (predeterminada)
Seleccione la unidad de referencia/realimentación apropiada.	20-12	<i>Bar</i> [71]
5) configure la referencia de consigna para el controlador PID.		
Ajuste unos límites aceptables para la consigna de referencia.	3-02 3-03	0 bar 10 Bar
Establezca la Entrada analógica 53 como Fuente 1 de referencia.	3-15	<i>Entrada analógica 53</i> [1] (predeterminada)
6) escale las entradas analógicas empleadas como consigna de referencia y realimentación.		
Escale la Entrada analógica 53 para el rango de presión del potenciómetro (0 - 10 bar, 0-10 V).	6-10 6-11 6-14 6-15	0 V 10 V (predeterminado) 0 bar 10 Bar
Escale la Entrada analógica 54 para el sensor de presión (0 - 10 bar, 4-20 mA)	6-22 6-23 6-24 6-25	4 mA 20 mA (predeterminado) 0 bar 10 Bar
7) Ajuste los parámetros del controlador PID		
Ajuste el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia si es preciso.	20-93 20-94	Consulte el apartado sobre Optimización del controlador PID, a continuación.
8) Procedimiento finalizado		
Guarde los ajustes de los parámetros en el LCP para mantenerlos a salvo	0-50	<i>Trans. LCP tod. par.</i> [1]

2.9.5. Optimización del Controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia

Una vez que el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia ha sido configurado, debe comprobarse el rendimiento del controlador. En muchos casos, su rendimiento puede ser aceptable utilizando los valores predeterminados de ganancia proporcional de PID (par. 20-93) y de tiempo integral de PID (par. 20-94). No obstante, en algunos casos puede resultar útil optimizar los valores de estos parámetros para proporcionar una respuesta más rápida del sistema y al tiempo que se mantienen bajo control los sobreimpulsos de velocidad.

2.9.6. Ajuste manual del PID

1. Ponga en marcha el motor.
2. Ajuste el par. 20-93 (ganancia proporcional de PID) a 0,3 e increméntelo hasta que la señal de realimentación empiece a oscilar. Si es necesario, arranque y pare el convertidor de frecuencia o haga cambios paso a paso en la consigna de referencia para intentar que se produzca la oscilación. A continuación, reduzca la ganancia proporcional de PID hasta que la señal de realimentación se estabilice. Después, reduzca la ganancia proporcional entre un 40 y un 60 %.
3. Ajuste el parámetro 20-94 (tiempo integral de PID) a 20 s y reduzca el valor hasta que la señal de realimentación empiece a oscilar. Si es necesario, arranque y pare el convertidor de frecuencia o haga cambios paso a paso en la consigna de referencia para intentar que se produzca la oscilación. A continuación, aumente el tiempo integral de PID hasta que la señal de realimentación se estabilice. Después, aumente el tiempo integral entre un 15 y un 50 %.
4. El parámetro 20-95 (Tiempo diferencial de PID) únicamente debe usarse para sistemas de actuación muy rápida. El valor típico es el 25% del tiempo integral de PID (par. 20-94). El diferenciador sólo debe emplearse cuando el ajuste de la ganancia proporcional y de la ganancia integral se hayan optimizado por completo. Compruebe que las oscilaciones de la señal de realimentación están suficientemente amortiguadas por el filtro de paso bajo para la señal de realimentación (par 6-16, 6-26, 5-54 ó 5 59, según se necesite).

2.9.7. Método de ajuste Ziegler Nichols

En general, el procedimiento anterior es suficiente para las aplicaciones de gestión de agua. No obstante, pueden utilizarse otros procedimientos más sofisticados. El método de optimización Ziegler Nichols es una técnica desarrollada en la década de 1940, pero aún es usada habitualmente hoy día. Generalmente, proporciona un aceptable control del rendimiento utilizando un experimento y cálculo de parámetros sencillo.



¡NOTA!

Este método no debe utilizarse en aplicaciones que puedan resultar dañadas por oscilaciones creadas por ajustes de control marginalmente estables.

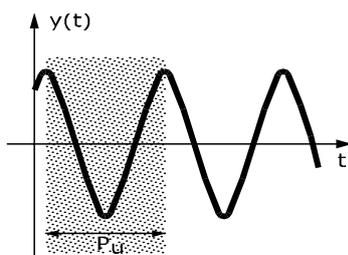


Ilustración 2.3: Figura 1: sistema marginalmente estable

1. Seleccione sólo control proporcional. Es decir, tiempo integral de PID (par. 20-94) ajustado a No (10.000 s) y tiempo diferencial de PID (par. 20-95) también a No (0 s, en este caso).
2. Aumente el valor de la ganancia proporcional del PID (par. 20-93) hasta alcanzar el punto de inestabilidad, como lo indicarán las oscilaciones sostenidas de la señal de realimentación. La ganancia proporcional del PID que produce oscilaciones sostenidas se denomina Ganancia crítica, K_u .
3. Mida el periodo de oscilación, P_u .
NOTA: P_u debe medirse cuando la amplitud de la oscilación es relativamente pequeña. La salida no debe saturarse (es decir, no debe alcanzarse durante el test la señal máxima o mínima de realimentación)
4. Use la tabla inferior para calcular los parámetros del control PID necesarios.

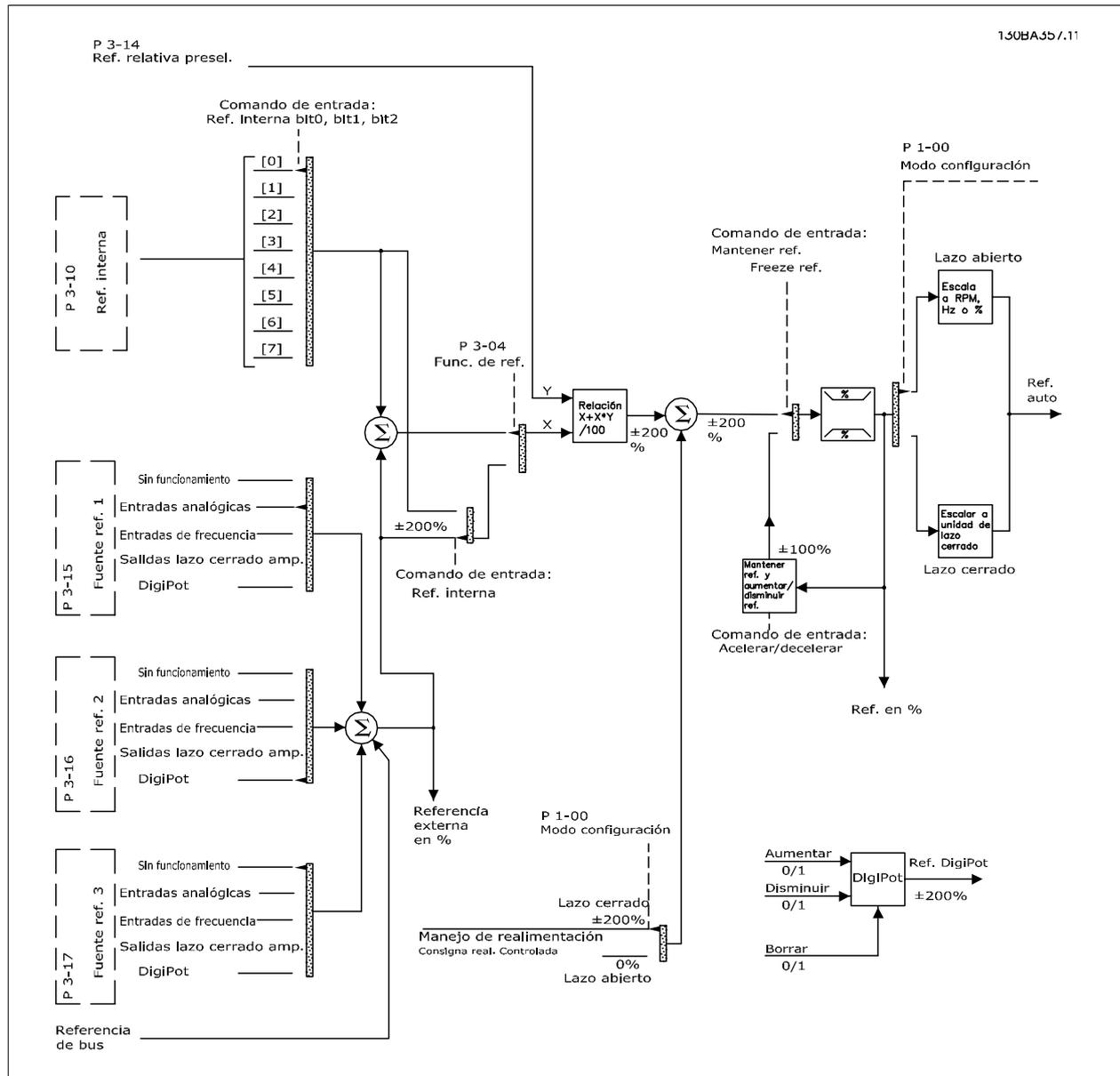
Tipo de control	Ganancia proporcional	Tiempo integral	Tiempo diferencial
Control PI	$0,45 * K_U$	$0,833 * P_U$	-
Control PID estricto	$0,6 * K_U$	$0,5 * P_U$	$0,125 * P_U$
PID con cierta sobremodulación	$0,33 * K_U$	$0,5 * P_U$	$0,33 * P_U$

Ajuste Ziegler Nichols para reguladores, basado en un límite de estabilidad.

La experiencia ha demostrado que el ajuste de control según la regla de Ziegler Nichols proporciona una buena respuesta de lazo cerrado para muchos sistemas. Si es necesario, el operador puede realizar el ajuste final del control de forma iterativa para modificar la respuesta del lazo de control.

2.9.8. Manejo de referencias

A continuación se muestra un diagrama de cómo el convertidor de frecuencia produce la Referencia remota.



2

La referencia remota está compuesta de:

- Referencias internas.
- Referencias externas (entradas analógicas, de frecuencia de pulsos, de potenciómetros digitales y de referencias de bus de comunicaciones serie).
- La referencia relativa interna.
- Consigna controlada de realimentación.

Es posible programar hasta 8 referencias internas distintas en el convertidor de frecuencia. La referencia interna activa puede seleccionarse utilizando entradas digitales o el bus de comunicación serie. La referencia también puede suministrarse externamente, generalmente desde una entrada analógica. Esta fuente externa se selecciona mediante uno de los tres parámetros de fuente de referencia (par. 3-15, 3-16 y 3-17). Digipot es un potenciómetro digital. También es denominado habitualmente Control de aceleración/deceleración o Control de coma flotante. Para configurarlo, se programa una entrada digital para aumentar la referencia, mientras otra entrada digital se programa para disminuir la referencia. Puede utilizarse una tercera entrada digital para reiniciar la referencia del Digipot. Todos los recursos de referencias y la referencia de bus se suman para producir la Referencia externa total. Como referencia activa puede seleccionarse la referencia externa, la referencia interna o la suma de las dos. Finalmente, esta referencia puede escalarse utilizando la Referencia interna relativa (par. 3-14).

La referencia escalada se calcula de la siguiente forma:

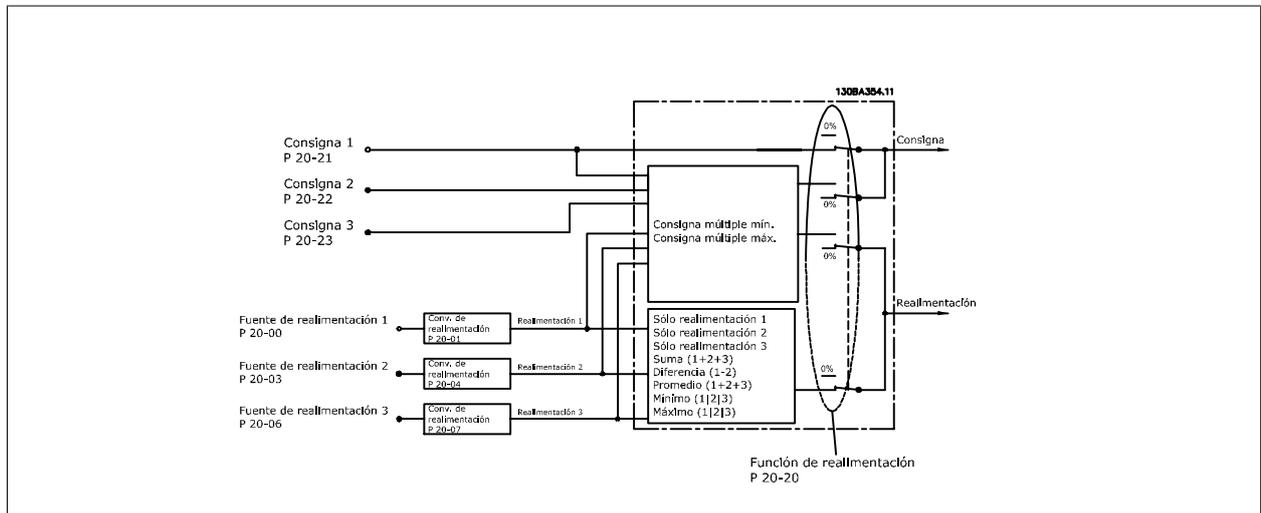
$$Máx. = X + X \times \left(\frac{Y}{100}\right)$$

Donde X es la referencia externa, la interna o la suma de ambas, e Y es la Referencia interna relativa (par. 3-14) en [%].

¡NOTA!
Si Y, la referencia interna relativa (par. 3-14), se ajusta a 0%, la referencia no se verá afectada por el escalado.

2.9.9. Gestión de la realimentación

A continuación, se muestra un diagrama de cómo el convertidor de frecuencia procesa la señal de realimentación.



La gestión de la realimentación puede configurarse para trabajar con aplicaciones que requieran un control avanzado, tales como múltiples consignas y realimentaciones. Son habituales tres tipos de control.

Zona única, consigna única

Zona única, consigna única es una configuración básica. La Consigna 1 se añade a cualquier otra referencia (si la hay, ver Gestión de referencias) y la señal de realimentación se selecciona utilizando el parámetro 20-20.

Multizona, consigna única

Multizona, consigna única utiliza dos o tres sensores de realimentación, pero una sola consigna. La realimentación puede sumarse, restarse (sólo realimentación 1 y 2) o puede hallarse su promedio. Adicionalmente, puede usarse el valor máximo o el mínimo. La Consigna 1 se utiliza exclusivamente en esta configuración.

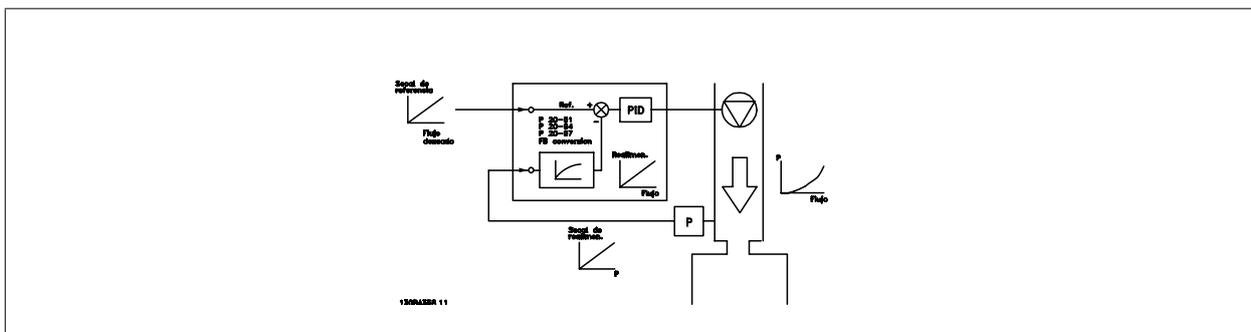
Si se ha seleccionado *Multi consigna mín* [13], el par consigna/realimentación que tenga la mayor diferencia controla la velocidad del convertidor de frecuencia. *Multi consigna máx.* [14] intenta mantener todas las zonas en, o por debajo de, sus respectivas consignas, mientras que *Multi consigna mín.* [13] intenta mantener todas las zonas en, o por encima de, sus consignas respectivas.

Ejemplo:

Una aplicación con dos zonas y dos consignas. La consigna de la zona 1 es 15 bar y la realimentación es 5,5 bar. La consigna de la zona 2 es 4,4 bar y la realimentación es 4,6 bar. Si se selecciona *Multi consigna máx* [14], la consigna y la realimentación de la zona 1 se envían al controlador PID, puesto que es la que tiene la menor diferencia (la realimentación es mayor que la consigna, lo que produce una diferencia negativa). Si se selecciona *Multi consigna mín* [13], la consigna y la realimentación de la zona 2 se envían al controlador PID, puesto que es la que tiene la mayor diferencia (la realimentación es menor que la consigna, lo que produce una diferencia positiva)

2.9.10. Conversión de realimentación

En algunas aplicaciones puede ser útil convertir la señal de realimentación. Un ejemplo de ello es la utilización de una señal de presión para proporcionar realimentación de caudal. Puesto que la raíz cuadrada de la presión es proporcional al caudal, la raíz cuadrada de la señal de presión suministra un valor proporcional al caudal. Esto se muestra a continuación.



2.10. Aspectos generales de la EMC

2.10.1. Aspectos generales de las emisiones EMC

2

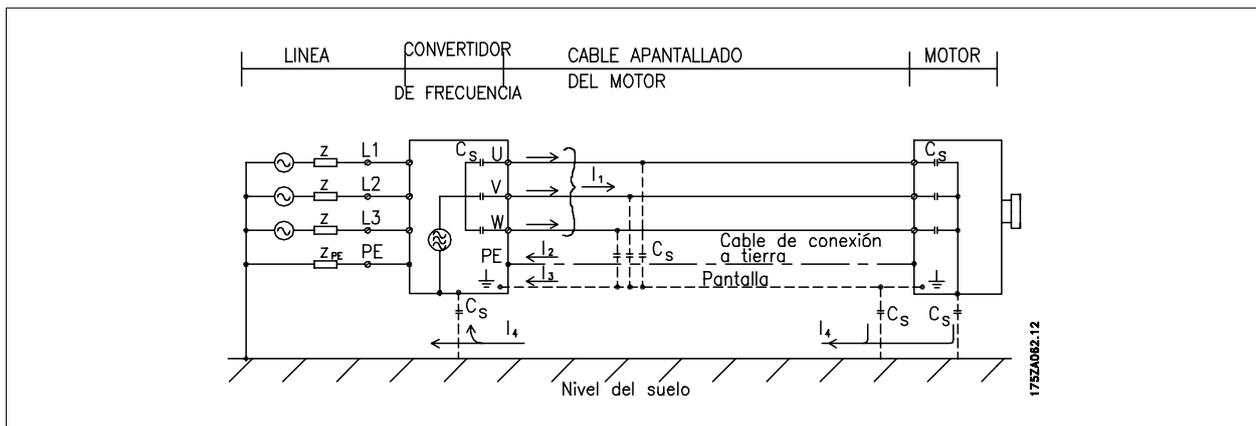
Normalmente aparecen interferencias eléctricas a frecuencias en el rango de 150 kHz a 30 MHz. Las interferencias generadas por el convertidor y transmitidas por el aire, con frecuencias en el rango de 30 MHz a 1 GHz, tienen su origen en el inversor, el cable del motor y el motor.

Como muestra la ilustración inferior, las corrientes capacitivas en el cable de motor, junto con una alta dV/dt de la tensión del motor, generan corrientes de fuga.

La utilización de un cable de motor blindado incrementa la corriente de fuga (consulte la siguiente ilustración) porque los cables apantallados tienen una mayor capacitancia a tierra que los cables no apantallados. Si la corriente de fuga no se filtra, provocará una mayor interferencia en la alimentación de red, en el intervalo de radiofrecuencia inferior a 5 MHz, aproximadamente. La corriente de fuga (I_1) se devuelve al convertidor de frecuencia a través del apantallamiento (I_3), por lo que, en principio, sólo habrá un reducido campo electromagnético (I_4) procedente del cable blindado del motor, de acuerdo con la siguiente figura.

El apantallamiento reduce la interferencia radiada, aunque incrementa la interferencia de baja frecuencia en la red eléctrica. El apantallamiento del cable de motor debe montarse en la carcasa del convertidor de frecuencia, así como en la carcasa del motor. El mejor procedimiento consiste en utilizar abrazaderas de apantallamiento integradas para evitar extremos retorcidos del cable (espirales). Estos extremos incrementan la impedancia del apantallamiento a frecuencias más altas, lo que reduce el efecto del apantallamiento e incrementa la corriente de fuga (I_4).

Si se emplea un cable blindado para el bus de campo, el relé, el cable de control, la interfaz de señal y el freno, el apantallamiento debe conectarse a la carcasa en ambos extremos. En algunas situaciones, sin embargo, será necesario romper el apantallamiento para evitar bucles de corriente.



Si el apantallamiento debe colocarse en una placa de montaje para el convertidor, dicha placa deberá estar fabricada en metal, ya que las corrientes del apantallamiento tienen que volver a la unidad. Asegúrese además, de que la placa de montaje y el bastidor del convertidor de frecuencia hacen buen contacto eléctrico a través de los tornillos de montaje.



¡NOTA!

Al utilizar cables no apantallados no se cumplirán algunos requisitos sobre emisión, aunque sí los de inmunidad.

Para reducir el nivel de interferencia del sistema completo (convertidor de frecuencia + instalación), haga que los cables de motor y de freno sean lo mas cortos posibles. Los cables con un nivel de señal sensible no deben colocarse junto a los cables de motor y de freno. La interferencia de radio superior a 50 MHz (radiada) es generada especialmente por los elementos electrónicos de control.

2.10.2. Resultados de las pruebas de EMC (Emisión, Inmunidad)

Los siguientes resultados de las pruebas se obtuvieron utilizando un sistema con un convertidor de frecuencia (con opciones, si era el caso), un cable de control apantallado y un cuadro de control con potenciómetro, así como un motor y un cable de motor apantallado.

Tipo de filtro RFI	Emisión conducida			Emisión irradiada	
	Entorno industrial		Entorno doméstico, establecimientos comerciales e industria ligera	Entorno industrial	Entorno doméstico, establecimientos comerciales e industria ligera
Ajuste	EN 55011 Clase A2	EN 55011 Clase A1	EN 55011 Clase B	EN 55011 Clase A1	EN 55011 Clase B
H1					
0,25-45 kW 200-240 V	150 m	150 m 1)	50 m	Sí	No
0,25-90 kW 380-480 V	150 m	150 m	50 m	Sí	No
H2					
0,25-3,7 kW 200-240 V	5 m	No	No	No	No
5,5-45 kW 200-240 V	25 m	No	No	No	No
0,25-7,5 kW 380-480 V	5 m	No	No	No	No
11-90 kW 380-480 V	25 m	No	No	No	No
H3					
0,25-45 kW 200-240 V	75 m	50 m 1)	10 m	Sí	No
0,25-90 kW 380-480 V	75 m	50 m	10 m	Sí	No

Tabla 2.1: Resultados de las pruebas de EMC (emisión, inmunidad)

- 1) 11 kW 200 V, rendimiento H1 y H2 se consigue con protección tipo B1.
- 11 kW 200 V, rendimiento H3 se consigue con protección tipo B2.

2.10.3. Requisitos en materia de emisiones

According to the EMC product standard for adjustable speed frequency converters EN/IEC61800-3:2004 the EMC requirements depend on the intended use of the frequency converter. Hay cuatro categorías definidas en la norma de productos EMC. The definitions of the four categories together with the requirements for mains line conducted emissions are given in the table below:

Categoría	Definición	Requisito en materia de emisiones realizado conforme a los límites indicados en la EN55011
C1	convertidores de frecuencia instalados en el primer entorno (hogar y oficina) con una tensión de suministro menor a 1000 V.	Clase B
C2	convertidores de frecuencia instalados en el primer entorno (hogar y oficina) con una tensión de suministro inferior a 1000 V que no son ni enchufables ni desplazables y están previstos para su instalación y puesta a punto por profesionales.	Clase A, grupo 1
C3	convertidores de frecuencia instalados en el segundo entorno (industrial) con una tensión de suministro inferior a 1000 V.	Clase A, grupo 2
C4	convertidores de frecuencia instalados en el segundo entorno con una tensión de suministro por encima de los 1000 V y una intensidad nominal por encima de los 400 A o prevista para el uso en sistemas complejos.	Sin límite debe elaborarse un plan EMC.

Cuando se utilizan normas de emisiones generales, los convertidores de frecuencia deben cumplir los siguientes límites:

Ambiente	Estándar general	Requisito en materia de emisiones realizado conforme a los límites indicados en la EN55011
Primer entorno (doméstico y oficina)	Norma de emisiones para entornos residenciales, comerciales e industria ligera EN/IEC61000-6-3.	Clase B
Segundo entorno (entorno industrial)	Norma de emisiones para entornos industriales EN/IEC61000-6-4.	Clase A, grupo 1

2.10.4. Requisitos de inmunidad:

Los requisitos de inmunidad para convertidores de frecuencia dependen del entorno en el que estén instalados. Los requisitos para el entorno industrial son más exigentes que los del entorno doméstico y de oficina. Todos los convertidores de frecuencia Danfoss cumplen con los requisitos para el entorno industrial y, por lo tanto, cumplen también con los requisitos mínimos del entorno doméstico y de oficina con un amplio margen de seguridad.

Para documentar la inmunidad a interferencias eléctricas provocadas por fenómenos eléctricos, se han realizado las siguientes pruebas de inmunidad con un sistema formado por un convertidor de frecuencia (con opciones, en su caso), un cable de control apantallado y un panel de control, con potenciómetro, cable de motor y motor.

Las pruebas se realizaron de acuerdo con las siguientes normas básicas:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Descargas electrostáticas (ESD): Simulación de descargas electrostáticas de seres humanos.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Radiación del campo electromagnético entrante, modulado en amplitud Simulación de los efectos de equipos de radar y de comunicación por radio, así como las comunicaciones móviles.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Transitorios de conexión/desconexión: Simulación de la interferencia introducida por el acoplamiento de un contactor, relés o dispositivos similares.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Transitorios de sobretensión: Simulación de transitorios introducidos, por ejemplo, al caer rayos cerca de las instalaciones.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** RF modo común: Simulación del efecto del equipo transmisor de radio conectado a cables de conexión.

Consulte la siguiente tabla sobre inmunidad EMC.

Rango de tensión 200-240 V, 380-480 V					
Norma básica	Ráfaga IEC 61000-4-4	Sobretensión IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Campo electromagnético radia- do IEC 61000-4-3	RF común modo tensión IEC 61000-4-6
Criterios de aceptación	B	B	B	A	A
Línea	4 kV MC	2 kV/2 Ω MD 4 kV/12 Ω MC	—	—	10 V _{RMS}
Motor	4 kV MC	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Freno	4 kV MC	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Carga compartida	4 kV MC	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Cables de control	2 kV MC	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Bus estándar	2 kV MC	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Cables de relé	2 kV MC	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Opciones de bus de campo y de aplicación	2 kV MC	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Cable del LCP	2 kV MC	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
CC externa 24 V	2 kV MC	0,5 kV/2 Ω MD 1 kV/12 Ω MC	—	—	10 V _{RMS}
Protección	—	—	8 kV DA 6 kV DC	10 V/m	—

AD: Descarga por el aire
CD: Descarga de contacto
CM: Modo común
DM: Modo diferencial
1. Inyección en pantalla del cable.

Tabla 2.2: Inmunidad

2.11. Aislamiento galvánico (PELV)

2.11.1. Tensión protectora muy baja

PELV ofrece protección por medio de una tensión extremadamente baja. Se considera garantizada la protección contra descargas eléctricas cuando el suministro eléctrico es de tipo PELV y la instalación se realiza de acuerdo con las reglamentaciones locales o nacionales sobre equipos PELV.

Todos los terminales de control y de relé 01-03/04-06 cumplen con PELV - protección de tensión extra baja - (no aplicable a las unidades de 525-600 V y a la conexión a tierra en triángulo por encima de 300 V).

El aislamiento galvánico (garantizado) se consigue cumpliendo los requisitos relativos a un mayor aislamiento, y proporcionando las distancias necesarias en los circuitos. Estos requisitos se describen en la norma EN 61800-5-1.

Los componentes que forman el aislamiento eléctrico, según se explica a continuación, también cumplen todos los requisitos relativos al aislamiento y a la prueba correspondiente descrita en EN 61800-5-1.

El aislamiento galvánico PELV puede mostrarse en seis ubicaciones (véase la ilustración):

Para mantener el estado PELV, todas las conexiones realizadas con los terminales de control deben ser PELV, por ejemplo, el termistor debe disponer de un aislamiento reforzado/doble.

1. Alimentación eléctrica (SMPS), incluyendo el aislamiento de la señal U_{CC} , que indica la tensión intermedia actual.
2. Circuito para disparo de los IGBT (transformadores de disparo/ optoacopladores).
3. Transductores de corriente.
4. Optoacoplador, módulo de freno.
5. Circuitos de aflujo de corriente interna, RFI y medición de temperatura.
6. Relés configurables.

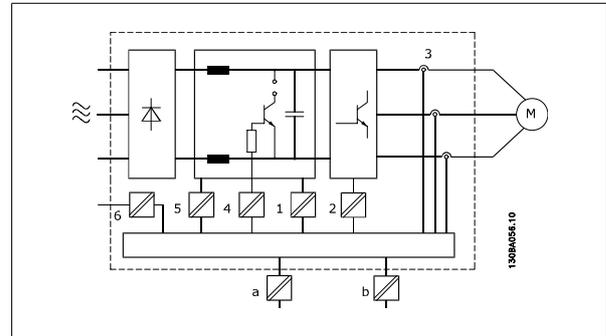


Ilustración 2.4: Aislamiento galvánico

El aislamiento galvánico funcional (a y b en el dibujo) funciona como opción auxiliar de 24 V y para la interfaz del bus estándar RS 485.

Instalación en altitudes elevadas:
 380 - 500 V: Para altitudes superiores a 3 km, contacte con Danfoss Drives en relación con PELV.
 525 - 690 V: Para altitudes superiores a 2 km, contacte con Danfoss Drives en relación con PELV.

2.12. Corriente de fuga a tierra

Advertencia:
 El contacto con los componentes eléctricos puede llegar a provocar la muerte, incluso una vez desconectado el equipo de la red de alimentación.
 Además, asegúrese de que se han desconectado las demás entradas de tensión, como la carga compartida (enlace del circuito intermedio de CC), así como la conexión del motor para energía regenerativa.
 Antes de tocar cualquier componente eléctrico, espere al menos: Véase la sección *Seguridad>Precaución*.
 Sólo se permite un intervalo de tiempo inferior al especificado en la tabla si así se indica en la placa de características de un equipo específico.

Corriente de fuga
 La corriente de fuga a tierra del convertidor de frecuencia sobrepasa los 3,5 mA. Para asegurarse de que el cable a tierra cuenta con una buena conexión mecánica a tierra (terminal 95), se debe utilizar un cable con una sección de al menos 10 mm² ó bien 2 cables a tierra de sección estándar de forma separada.

Dispositivo de corriente residual
 Este producto puede originar una corriente de CC en el conductor de protección. Cuando se utiliza un dispositivo de corriente residual (RCD) como protección adicional, sólo se deberá utilizar un RCD de Tipo B (con retardo de tiempo) en el lado de alimentación de este producto. Consulte también la nota de aplicación sobre RCD núm. MN.90.Gx.yy.
 La puesta a tierra para protección del convertidor de frecuencia y la utilización de los interruptores diferenciales debe realizarse siempre conforme a las normas nacionales y locales.

2.13. Control con la función de freno

2.13.1. Selección de la Resistencia de freno

En determinadas aplicaciones, por ejemplo en centrifugadoras, es deseable poder detener el motor más rápidamente de lo que se puede conseguir mediante rampa de deceleración o dejándolo girar libremente. En tales aplicaciones, puede utilizarse el frenado dinámico con una resistencia de freno. El uso de una resistencia de freno garantiza que la energía es absorbida por ésta, y no por el convertidor de frecuencia.

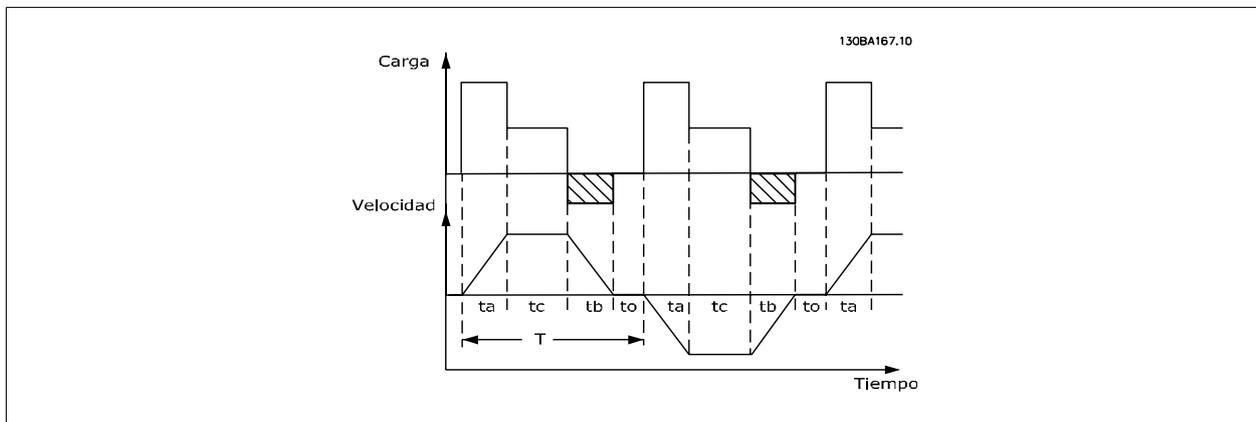
Si no se conoce la cantidad de energía cinética transferida a la resistencia en cada periodo de frenado, la potencia media puede ser calculada a partir del tiempo de ciclo y del tiempo de frenado, también llamado ciclo de trabajo intermitente. El ciclo de trabajo intermitente de la resistencia es un indicador del ciclo de trabajo con el que funciona la misma. La figura inferior muestra un ciclo de frenado típico.

El ciclo de trabajo intermitente de la resistencia se calcula como se indica a continuación:

$$\text{Ciclo de trabajo} = t_b/T$$

T = duración del ciclo en segundos

t_b es el tiempo de frenado en segundos (como parte del tiempo de ciclo total)



Danfoss ofrece resistencias de freno con ciclo de trabajo del 5, del 10 y del 40 %, adecuadas para su uso con los convertidores de frecuencia de la serie FC202 AQUA. Si se aplica un ciclo de trabajo del 10 %, las resistencias de freno son capaces de absorber potencia de frenado durante un 10 % del tiempo de ciclo, mientras que el 90 % restante se utiliza para disipar el calor de la resistencia.

Si desea consejo para elegir, contacte con Danfoss.



¡NOTA!

Si se produce un cortocircuito en el transistor del freno, la disipación de calor en la resistencia de freno sólo se puede impedir por medio de un contactor o un interruptor de red que desconecte la alimentación eléctrica del convertidor de frecuencia. (El convertidor de frecuencia puede controlar el contactor).

2.13.2. Control con Función de freno

El freno sirve para limitar la tensión en el circuito intermedio cuando el motor funciona como generador. Esto ocurre, por ejemplo, cuando la carga acciona el motor y la energía se acumula en el enlace de CC. El freno está integrado como circuito de chopper con conexión a una resistencia de freno externa.

Colocando la resistencia de freno externamente se obtienen las siguientes ventajas:

- Es posible seleccionar la resistencia de freno según la aplicación.
- La energía de frenado puede disiparse fuera del panel de control, es decir, donde pueda utilizarse.
- Los componentes electrónicos del convertidor de frecuencia no se sobrecalentarán si se sobrecarga la resistencia de freno.

El freno está protegido contra cortocircuitos en la resistencia de freno y el transistor de freno está controlado para garantizar la detección de cortocircuitos en el transistor. Puede utilizarse una salida digital/de relé para proteger de sobrecargas la resistencia de freno en caso de producirse un fallo en el convertidor de frecuencia.

Además, el freno permite leer la energía instantánea y media de los últimos 120 segundos. El freno también puede controlar la potencia y asegura que no se supera el límite seleccionado en el par. 2-12. En el par. 2-13, seleccione la función que se realizará cuando la potencia que se transmite a la resistencia de freno sobrepase el límite ajustado en el par. 2-12.



¡NOTA!
El control de la potencia de freno no es una función de seguridad; se necesita un interruptor térmico para lograr ese objetivo. El circuito de resistencia del freno no tiene protección de fugas a tierra.

Control de sobretensión (OVC) (excluyendo la resistencia de freno) puede seleccionarse como función de freno alternativa en el par. 2-17. Esta función está activada para todas las unidades. Permite evitar una desconexión si aumenta la tensión del enlace de CC. Esto se realiza incrementando la frecuencia de salida para limitar la tensión del enlace de CC. Es una función muy útil, por ejemplo, si el tiempo de rampa de deceleración es demasiado corto, ya que se evita la desconexión del convertidor de frecuencia. En esta situación, se amplía el tiempo de rampa de deceleración.

2.14. Control de freno mecánico

2.14.1. Cableado de la resistencia de freno

EMC (cables trenzados/apantallamiento)

Para reducir el ruido eléctrico de los cables entre la resistencia de freno y el convertidor de frecuencia, los cables deben ser trenzados.

Para mejorar el rendimiento EMC se puede utilizar una pantalla metálica.

2.15. Condiciones de funcionamiento extremas

Cortocircuito (Fase del motor - Fase)

El convertidor de frecuencia está protegido contra cortocircuitos por medio de la lectura de la intensidad en cada una de las tres fases del motor o en el enlace CC. Un cortocircuito entre dos fases de salida provoca una sobreintensidad en el inversor. El inversor se cierra individualmente cuando la corriente del cortocircuito sobrepasa el valor permitido (alarma 16, bloqueo por alarma).

Para proteger el convertidor de frecuencia contra un cortocircuito en las cargas compartidas y en las salidas de freno, consulte las directrices de diseño.

Conmutación en la salida

La conmutación en la salida entre el motor y el convertidor de frecuencia está totalmente permitida. No puede dañar de ningún modo al convertidor de frecuencia conmutando la salida. Sin embargo, es posible que aparezcan mensajes de fallo.

Sobretensión generada por el motor

La tensión en el circuito intermedio aumenta cuando el motor actúa como generador.

Esto ocurre en los siguientes casos:

1. La carga arrastra al motor, es decir, la carga genera energía.
2. Durante la deceleración ("rampa de deceleración") si el momento de inercia es alto, la fricción es pequeña y el tiempo de deceleración es demasiado corto para que la energía se disipe como pérdida en el convertidor, el motor y la instalación.
3. Un ajuste de compensación de deslizamiento incorrecto puede producir una tensión de CC más alta.

La unidad de control intenta corregir la rampa, si es posible (par. 2-17 *Control de sobretensión*).

El inversor se apaga para proteger los transistores y los condensadores del circuito intermedio, cuando se alcanza un determinado nivel de tensión.

Véase el par. 2-10 y el par. 2-17 para seleccionar el método utilizado para controlar el nivel de tensión del circuito intermedio.

Temperatura elevada

La temperatura ambiente elevada puede sobrecalentar el convertidor de frecuencia.

Corte en la alimentación

Durante un corte en la alimentación, el convertidor de frecuencia sigue funcionando hasta que la tensión del circuito intermedio desciende por debajo del nivel mínimo para parada. Generalmente, dicho nivel es un 15% inferior a la tensión de alimentación nominal más baja del convertidor de frecuencia.

La tensión de alimentación antes del corte y la carga del motor determinan el tiempo necesario para la parada de inercia del inversor.

Sobrecarga estática en modo VVC^{plus}

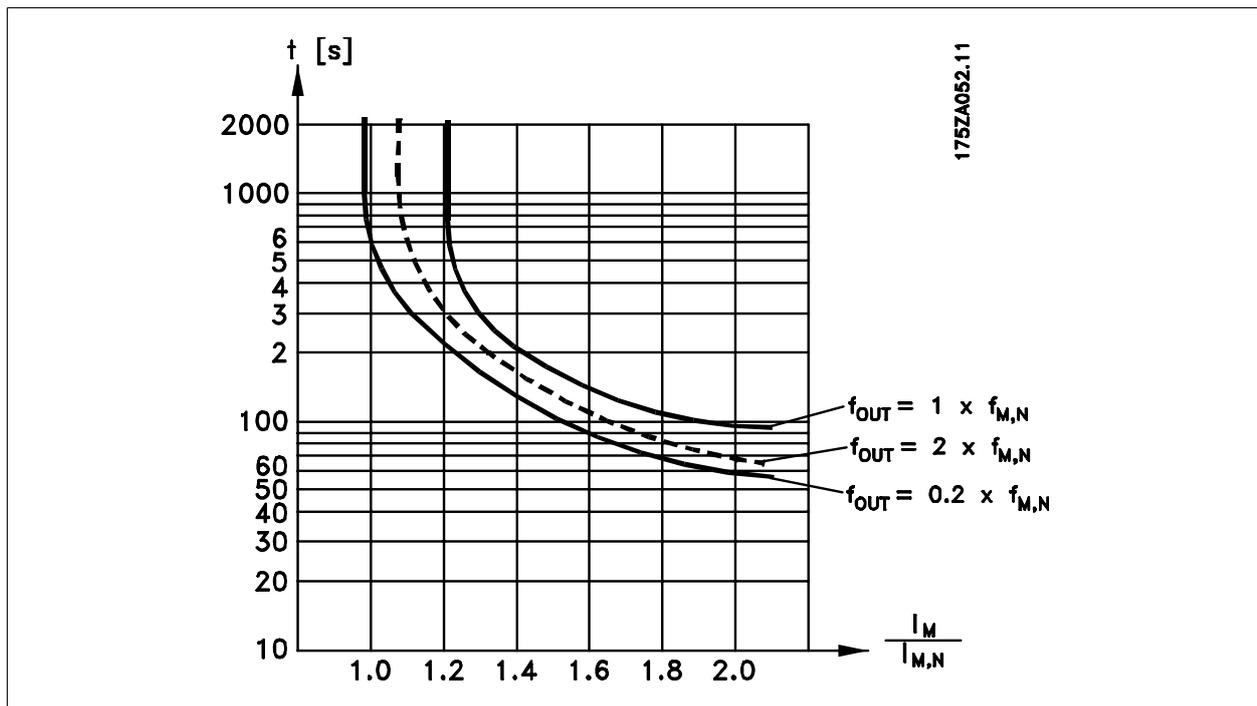
Cuando el convertidor de frecuencia está sobrecargado (se alcanza el límite de par del par. 4-16/4-17), los controles reducen la frecuencia de salida para reducir la carga.

Si la sobrecarga es excesiva, puede producirse una intensidad que provoque una desconexión del convertidor de frecuencia después de unos 5-10 segundos.

El tiempo de funcionamiento dentro del límite de par se limita (0-60 s) en el par. 14-25.

2.15.1. Protección térmica del motor

La temperatura del motor se calcula sobre la base de la intensidad del motor, la frecuencia de salida y el tiempo o el termistor. Véase el par. 1-90 en la Guía de programación.



2.15.2. Funcionamiento de parada segura (opcional)

El FC 202 puede llevar a cabo la Función de Seguridad "Parada incontrolada por corte de energía" (como se indica en el borrador IEC 61800-5-2) o Parada Categoría 0 (tal como se indica en la norma EN 60204-1).

El convertidor de frecuencia está diseñado y homologado conforme a los requisitos de la categoría de seguridad 3 de la norma EN 954-1. Esta funcionalidad recibe el nombre de "parada de seguridad".

Antes de la integración y el uso de la parada segura del FC 202 en una instalación, se debe llevar a cabo un análisis completo de los riesgos en dicha instalación para decidir si la funcionalidad de la parada segura y la categoría de seguridad del FC 202 son apropiadas y suficientes.

La función Parada segura se activa eliminando la tensión en el Terminal 37 del Inversor de seguridad. Si se conecta el inversor de seguridad a dispositivos externos de seguridad que proporcionan un relé de seguridad, puede obtenerse una instalación para una Parada segura de Categoría 1. La función Parada segura del FC 202 puede utilizarse con motores síncronos y asíncronos.



La activación de la Parada segura (es decir, la retirada del suministro de tensión de 24 V CC al terminal 37) no proporciona seguridad eléctrica.



iNOTA!

La función Parada segura del FC 202 puede utilizarse con motores síncronos y asíncronos. Puede suceder que se produzcan dos fallos en el semiconductor de potencia del convertidor de frecuencia. Esto puede provocar una rotación residual si se utilizan motores síncronos. La rotación puede calcularse así: $\text{ángulo} = 360 / (\text{número de polos})$. La aplicación que usa motores síncronos debe tener esto en cuenta y garantizar que no se trate de un problema crítico de seguridad. Esta situación no es relevante para los motores asíncronos.



iNOTA!

Para usar la función de Parada de seguridad de acuerdo con los requisitos de la Categoría 3 de la norma EN-954-1, la instalación de dicha función debe cumplir varias condiciones. Para más información, consulte la sección *Instalación de la parada de seguridad*.



iNOTA!

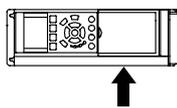
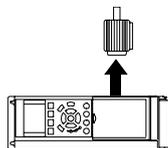
El convertidor de frecuencia no proporciona una protección en relación a la seguridad contra el suministro de tensión involuntario o malintencionado al terminal 37 y el posterior reinicio. Proporcione esta protección a través del dispositivo de interrupción, a nivel de aplicación o a nivel organizativo.

Para más información, consulte la sección *Instalación de parada de seguridad*.

3. Selección de VLT AQUA

3.1. Especificaciones generales

Alimentación de red 3 x 200 - 240 VCA - Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto												
IP 20 / Chasis NEMA												
(B3+4 y C3+4 pueden convertirse a IP21 utilizando un kit de conversión (póngase en contacto con Danfoss))												
IP 21 / NEMA 1												
IP 55 / NEMA 12												
IP 66 / NEMA 12												
Convertidor de frecuencia												
Salida típica en el eje [kW]												
Salida típica en el eje [CV] a 208 V												
Intensidad de salida												
Continua (3 x 200-240 V) [A]												
Intermitente (3 x 200-240 V) [A]												
Continua kVA (208 V CA) [KVA]												
Tamaño máx. de cable: (red, motor, freno) [mm ² / AWG] ²⁾												
Intensidad de entrada máxima												
Continua (3 x 200-240 V) [A]												
Intermitente (3 x 200-240 V) [A]												
Fusibles previos máx. ¹⁾ [A]												
Ambiente:												
Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W] ⁴⁾												
Peso protección IP20 [kg]												
Peso protección IP21 [kg]												
Peso protección IP55 [kg]												
Peso protección IP 66 [kg]												
Rendimiento ³⁾												
B3	B3	B3	B3	B3	B3	B3	B3	B3	B3	B3	B3	B3
B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1
B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1
B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1
P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K				
5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45				
7.5	10	15	20	25	30	40	50	60				
24.2	30.8	46.2	59.4	74.8	88.0	115	143	170				
26.6	33.9	50.8	65.3	82.3	96.8	127	157	187				
8.7	11.1	16.6	21.4	26.9	31.7	41.4	51.5	61.2				
									50/1/0	95/4/0	120/250	mcm
22.0	28.0	42.0	54.0	68.0	80.0	104.0	130.0	154.0				
24.2	30.8	46.2	59.4	74.8	88.0	114.0	143.0	169.0				
63	63	63	80	125	125	160	200	250				
269	310	447	602	737	845	1140	1353	1636				
12	12	12	23.5	23.5	35	35	50	50				
23	23	23	27	45	45	65	65	65				
23	23	23	27	45	45	65	65	65				
23	23	23	27	45	45	65	65	65				
0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97				



3.1.2. Alimentación de red 3 x 380 - 480 VCA - Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto

Alimentación de red 3 x 380 - 480 VCA - Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto															
Convertidor de frecuencia	PK37	PK55	PK75	PK11	PK15	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5					
Salida típica en el eje [kW]	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5					
Salida típica de eje [CV] a 460 V	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.9	4.0	5.3	7.5	10					
IP 20 / Chasis NEMA	A2	A3	A3												
IP 21 / NEMA 1															
IP 55 / NEMA 12	A5														
IP 66 / NEMA 12	A5	AA	AA												
Intensidad de salida															
	1.3	1.8	2.4	3	4.1	5.6	7.2	10	13	16					
Continua (3 x 380-440 V) [A]															
Intermitente (3 x 380-440 V) [A]	1.43	1.98	2.64	3.3	4.5	6.2	7.9	11	14.3	17.6					
Continua (3 x 441-480 V) [A]	1.2	1.6	2.1	2.7	3.4	4.8	6.3	8.2	11	14.5					
Intermitente (3 x 441-480 V) [A]	1.32	1.76	2.31	3.0	3.7	5.3	6.9	9.0	12.1	15.4					
Continua kVA (400 V AC) [kVA]	0.9	1.3	1.7	2.1	2.8	3.9	5.0	6.9	9.0	11.0					
Continua kVA (460 V AC) [kVA]	0.9	1.3	1.7	2.4	2.7	3.8	5.0	6.5	8.8	11.6					
Tamaño máx. de cable: (red, motor, freno) [mm ² / AWG] ²⁾											4/ 10				
Intensidad de entrada máxima															
Continua (3 x 380-440 V) [A]	1.2	1.6	2.2	2.7	3.7	5.0	6.5	9.0	11.7	14.4					
Intermitente (3 x 380-440 V) [A]	1.32	1.76	2.42	3.0	4.1	5.5	7.2	9.9	12.9	15.8					
Continua (3 x 441-480 V) [A]	1.0	1.4	1.9	2.7	3.1	4.3	5.7	7.4	9.9	13.0					
Intermitente (3 x 441-480 V) [A]	1.1	1.54	2.09	3.0	3.4	4.7	6.3	8.1	10.9	14.3					
Fusibles previos máx. ¹⁾ [A]	10	10	10	10	10	20	20	20	32	32					
Ambiente															
Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W] ⁴⁾	35	42	46	58	62	88	116	124	187	255					
Peso protección IP20 [kg]	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	6.6	6.6					
Peso protección IP 21 [kg]															
Peso protección IP 55 [kg]	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	14.2	14.2					
Peso protección IP 66 [kg]	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	14.2	14.2					
Rendimiento ³⁾	0.93	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97					

Alimentación de red 3 x 380 - 480 VCA - Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto

Convertidor de frecuencia	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Salida típica en el eje [kW]	11	15	20	25	30	37	45	55	75	90
Salida típica de eje [CV] a 460 V	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125
IP 20 / Chasis NEMA (B3+4 y C3+4 pueden convertirse a IP21 utilizando un kit de conversión (póngase en contacto con Danfoss))	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP 21 / NEMA 1	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP 55 / NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	-
IP 66 / NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	-

Intensidad de salida

Continua (3 x 380-440 V) [A]	24	32	37.5	44	61	73	90	106	147	177
Intermitente (3 x 380-440 V) [A]	26.4	35.2	41.3	48.4	67.1	80.3	99	117	162	195
Continua (3 x 441-480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	80	105	130	160
Intermitente (3 x 441-480 V) [A]	23.1	29.7	37.4	44	61.6	71.5	88	116	143	176
Continua kVA (400 V AC) [kVA]	16.6	22.2	26	30.5	42.3	50.6	62.4	73.4	102	123
Continua kVA (460 V AC) [kVA]	16.7	21.5	27.1	31.9	41.4	51.8	63.7	83.7	104	128

Tamaño máx. de cable:

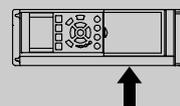
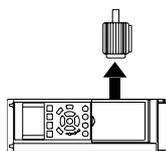
(red, motor, freno)

[mm²]

[AWG] ²⁾

Intensidad de entrada máxima

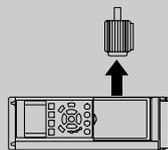
Continua (3 x 380-440 V) [A]	22	29	34	40	55	66	82	96	133	161
Intermitente (3 x 380-440 V) [A]	24.2	31.9	37.4	44	60.5	72.6	90.2	106	146	177
Continua (3 x 441-480 V) [A]	19	25	31	36	47	59	73	95	118	145
Intermitente (3 x 441-480 V) [A]	20.9	27.5	34.1	39.6	51.7	64.9	80.3	105	130	160
Fusibles previos máx. ¹⁾ [A]	63	63	63	63	80	100	125	160	250	250
Ambiente										
Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W] ⁴⁾	278	392	465	525	739	698	843	1083	1384	1474
Peso protección IP20 [kg]	12	12	12	23.5	23.5	23.5	35	35	50	50
Peso protección IP 21 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
Peso protección IP 55 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
Peso protección IP 66 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	-	-
Rendimiento ³⁾	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99



Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto

Convertidor de frecuencia	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P450
Salida típica de eje [kW]	110	132	160	200	250	315	355	400	450
Salida típica de eje [CV] a 460 V	150	200	250	300	350	450	500	550	600
IP 00	D3	D3	D4	D4	D4	E2	E2	E2	E2
IP 21	D1	D1	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1
IP 54	D1	D1	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1

Intensidad de salida



Continua (3 x 400 V) [A]	212	260	315	395	480	600	658	745	800
Intermitente (3 x 400 V) [A]	233	286	347	435	528	660	724	820	880
Continua (3 x 460-500 V) [A]	190	240	301	361	443	540	590	678	730
Intermitente (3 x 460-500 V) [A]	209	264	332	397	487	594	649	746	803
Continua kVA (400 V CA) [kVA]	147	180	218	274	333	416	456	516	554
Continua kVA (460 V CA) [kVA]	151	191	241	288	353	430	470	540	582
Tamaño máx. de cable:									
(red, motor, freno) [mm ² / AWG] ²⁾	2x70		2x185			4x240			
	2x2/0		2x350 mcm			4x500 mcm			

Intensidad de entrada máxima

Continua (3 x 400 V) [A]	204	251	304	381	463	590	647	733	787
Continua (3 x 460/500 V) [A]	183	231	291	348	427	531	580	667	718
Fusibles previos máx. ¹⁾ [A]	300	350	400	500	600	700	900	900	900
Ambiente									
Pérdida de potencia estimada a carga máx. nominal [W] ⁴⁾	3234	3782	4213	5119	5893	7630	7701	8879	9428
Peso protección IP 00 [kg]	81.9	90.5	111.8	122.9	137.7	221.4	234.1	236.4	277.3
Peso protección IP 21 [kg]	95.5	104.1	125.4	136.3	151.3	263.2	270.0	272.3	313.2
Peso protección IP 54 [kg]	95.5	104.1	125.4	136.3	151.3	263.2	270.0	272.3	313.2
Rendimiento ³⁾	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98

¹⁾ Para el tipo de fusible, consulte la sección *Fusibles*

²⁾ Diámetro de cable norteamericano

³⁾ Medido utilizando cables de motor apantallados de 5 m, a la carga y frecuencia nominales

⁴⁾ La pérdida de potencia típica se calcula en condiciones de carga normales y se espera que esté comprendida dentro de +/-15% (la tolerancia está relacionada con las distintas condiciones de cable y tensión).

Los valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de eff2/eff3). Los motores de menor rendimiento añaden pérdida de potencia al convertidor de frecuencia y viceversa.

Si la frecuencia de conmutación se eleva por encima de la nominal, las pérdidas de potencia pueden aumentar considerablemente.

Se incluyen los consumos típicos del LCP y de la tarjeta de control. La carga del cliente y las opciones adicionales pueden añadir hasta 30 W a las pérdidas. (Aunque normalmente sólo se añaden 4 W adicionales por una tarjeta de control a plena carga o por cada opción en la ranura A o B).

Pese a que las mediciones se realizan con instrumentos de última generación, debe admitirse una imprecisión en las mismas de +/- 5%.

3.1.3. Red de alimentación 3 x 525 - 600 VCA

Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto		PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Tamaño:		0.75	1.1	1.5	2.2	3	3.7	4	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90
Salida típica en el eje [kW]																				
Intensidad de salida																				
IP 20 / Chasis NEMA		A2	A3	A3	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4						
IP 21 / NEMA 1		A2	A3	A3	B1	B1	B1	B2	B2	B2	C1	C1	C2	C2						
IP 55 / NEMA 12		A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	B2	C1	C1	C2	C2							
IP 66 / NEMA 12		A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	B2	C1	C1	C2	C2							
Continúa (3 x 525-550 V) [A]		1.8	2.6	2.9	4.1	5.2	-	6.4	9.5	11.5	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
Intermitente (3 x 525-550 V) [A]		2.9	3.2	3.2	4.5	5.7	-	7.0	10.5	12.7	21	25	31	40	47	59	72	96	116	151
Continúa (3 x 525-600 V) [A]		1.7	2.4	2.7	3.9	4.9	-	6.1	9.0	11.0	18	22	27	34	41	52	62	83	100	131
Intermitente (3 x 525-600 V) [A]		2.6	3.0	3.0	4.3	5.4	-	6.7	9.9	12.1	20	24	30	37	45	57	68	91	110	144
Continúa kVA (525 V CA) [kVA]		1.7	2.5	2.8	3.9	5.0	-	6.1	9.0	11.0	18.1	21.9	26.7	34.3	41	51.4	61.9	82.9	100	130.5
Continúa kVA (575 V CA) [kVA]		1.7	2.4	2.7	3.9	4.9	-	6.1	9.0	11.0	17.9	21.9	26.9	33.9	40.8	51.8	61.7	82.7	99.6	130.5
Tamaño máx. de cable (red, motor, freno) [AWG] ²⁾ [mm ²]									24 - 10 AWG 0.2 - 4		6	16			2		1		3/0	95 ⁵⁾
Intensidad de entrada máxima																				
Continúa (3 x 525-600 V) [A]		1.7	2.4	2.7	4.1	5.2	-	5.8	8.6	10.4	17.2	20.9	25.4	32.7	39	49	59	78.9	95.3	124.3
Intermitente (3 x 525-600 V) [A]		2.7	3.0	3.0	4.5	5.7	-	6.4	9.5	11.5	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
Fusibles previos máx. ¹⁾ [A]		10	10	10	20	20	-	20	32	32										
Ambiente:																				
Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W] ⁴⁾		35	50	65	92	122	-	145	195	261	225	285	329							
Protección IP 20:																				
Peso protección IP20 [kg]		6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	-	6.5	6.6	6.6	12	12	12	23.5	23.5	23.5	35	35	50	50
Rendimiento ⁴⁾		0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	-	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98

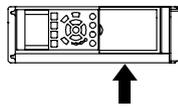
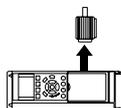
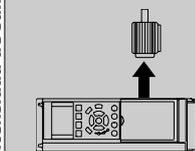


Tabla 3.1: ⁵⁾ Motor y cable de alimentación: 300 MCM / 150 mm²

Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto

Convertidor de frecuencia	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P500	P560
Salida típica de eje [kW]	110	132	160	200	250	315	355	400	500	560
Salida típica de eje [CV] a 575 V	150	200	250	300	350	400	450	500	600	650
IP 00	D3	D3	D4	D4	D4	D4	E2	E2	E2	E2
IP 21	D1	D1	D2	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1
IP 54	D1	D1	D2	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1

Intensidad de salida

Continúa (3 x 550 V) [A]	162	201	253	303	360	418	470	523	596	630
Intermitente (3 x 550 V) [A]	178	221	278	333	396	460	517	575	656	693
Continúa (3 x 575-690 V) [A]	155	192	242	290	344	400	450	500	570	630
Intermitente (3 x 575-690 V) [A]	171	211	266	319	378	440	495	550	627	693
Continúa kVA (550 V CA) [kVA]	154	191	241	289	343	398	448	498	568	600
Continúa kVA (575 V CA) [kVA]	154	191	241	289	343	398	448	498	568	627
Continúa kVA (690 V CA) [kVA]	185	229	289	347	411	478	538	598	681	753
Tamaño máx. de cable:										
(red, motor, freno) [mm ² / AWG] ²⁾	2x70	2x185	2x350 mcm				4x240			
	2x2/0	2x350 mcm					4x500 mcm			

Intensidad de entrada máxima

Continúa (3 x 550 V) [A]	158	198	245	299	355	408	453	504	574	607
Continúa (3 x 575 V) [A]	151	189	234	286	339	390	434	482	549	607
Continúa (3 x 690 V) [A]	155	197	240	296	352	400	434	482	549	607
Fusibles previos máx. ¹⁾ [A]	225	250	350	400	500	600	700	700	900	900
Ambiente										
Pérdida de potencia estimada a carga máx. nominal [W] ⁴⁾	3114	3612	4293	5156	5821	6149	6449	7249	8727	9673
Peso protección IP00 [kg]	81.9	90.5	111.8	122.9	137.7	151.3	221	221	236	277
Peso protección IP 21 [kg]	95.5	104.1	125.4	136.3	151.3	164.9	263	263	272	313
Peso protección IP 54 [kg]	95.5	104.1	125.4	136.3	151.3	164.9	263	263	272	313
Rendimiento ³⁾	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98

1) Para el tipo de fusible, consulte la sección *Fusibles*

2) Diámetro de cable norteamericano

3) Medido utilizando cables de motor apantallados de 5 m, a la carga y frecuencia nominales

4) La pérdida de potencia típica se calcula en condiciones de carga normales y se espera que esté comprendida dentro de +/-15% (la tolerancia está relacionada con las distintas condiciones de cable y tensión). Los valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de $\text{eff}2/\text{eff}3$). Los motores de menor rendimiento añaden pérdida de potencia al convertidor de frecuencia y viceversa.

Si la frecuencia de conmutación se eleva por encima de la nominal, las pérdidas de potencia pueden aumentar considerablemente.

Se incluyen los consumos típicos del LCP y de la tarjeta de control. La carga del cliente y las opciones adicionales pueden añadir hasta 30 W a las pérdidas. (Aunque normalmente sólo se añaden 4 W adicionales por una tarjeta de control a plena carga o por cada opción en la ranura A o B).

Pese a que las mediciones se realizan con instrumentos de última generación, debe admitirse una imprecisión en las mismas de +/- 5%.

Protección y características:

- Protección térmica electrónica del motor frente a sobrecargas.
- El control de temperatura del disipador garantiza la desconexión del convertidor de frecuencia si la temperatura alcanza 95 °C ±5 °C. La señal de temperatura por sobrecarga no puede desactivarse hasta que la temperatura del disipador térmico se encuentre por debajo de 70 °C ±5 °C (valores orientativos; estas temperaturas pueden variar para diferentes potencias, protecciones, etc.). El convertidor de frecuencia VLT AQUA tiene una función de reducción de potencia automática para evitar que su disipador de calor alcance los 95 °C.
- El convertidor de frecuencia está protegido frente a cortocircuitos en los terminales U, V y W del motor.
- Si falta una fase de red, el convertidor de frecuencia se desconectará o emitirá una advertencia (en función de la carga).
- El control de tensión del circuito intermedio garantiza la desconexión del convertidor si la tensión del circuito intermedio es demasiado alta o baja.
- El convertidor de frecuencia está protegido de fallos de conexión a tierra en los terminales U, V y W del motor.

Alimentación de red (L1, L2, L3):

Tensión de alimentación	200-240 V ±10%
Tensión de alimentación	380-480 V ±10%
Tensión de alimentación	525-600 V ±10%
Frecuencia de alimentación	50/60 Hz
Máximo desequilibrio transitorio entre fases de alimentación	3,0 % de la tensión de alimentación nominal
Factor de potencia real (λ)	≥ 0,9 a la carga nominal
Factor de potencia (cos φ) prácticamente uno	(> 0,98)
Conmutación en la alimentación de la entrada L1, L2, L3 (arranques) ≤ protección tipo A	máximo 2 veces/min.
Conmutación en la alimentación de la entrada L1, L2, L3 (arranques) ≥ protección tipo B, C	máximo 1 vez/min.
Entorno según la norma EN60664-1	categoría de sobretensión III/grado de contaminación 2

La unidad es adecuada para ser utilizada en un circuito capaz de proporcionar no más de 100.000 amperios simétricos RMS, 240/480 V máx.

Salida de motor (U, V, W):

Tensión de salida	0 - 100% de la tensión de red
Frecuencia de salida	0 - 1000 Hz
Conmutación en la salida	Ilimitada
Tiempos de rampa	1 - 3600 seg.

Características de par:

Par de arranque (par constante)	máximo 110% para 1 min.*
Par de arranque	máximo 135% hasta 0,5 seg.*
Par de sobrecarga (par constante)	máximo 110% para 1 min.*

**El porcentaje es con relación al par nominal del convertidor VLT AQUA.*

Longitudes y secciones de cables:

Longitud máx. del cable de motor, apantallado/blindado	Convertidor VLT AQUA: 150 m
Longitud máxima del cable de motor, no apantallado/no blindado	Convertidor VLT AQUA: 300 m
Sección transversal máx. para motor, alimentación, carga compartida y freno*	
Sección máxima para los terminales de control, cable rígido	1,5 mm ² /16 AWG (2 x 0,75 mm ²)
Sección máxima para los terminales de control, cable flexible	1 mm ² /18 AWG
Sección máxima para los terminales de control, cable con núcleo recubierto	0,5 mm ² /20 AWG
Sección mínima para los terminales de control	0.25 mm ²

** ¡Consulte las tablas de alimentación de red para obtener más información!*

Tarjeta de control, comunicación serie RS-485:

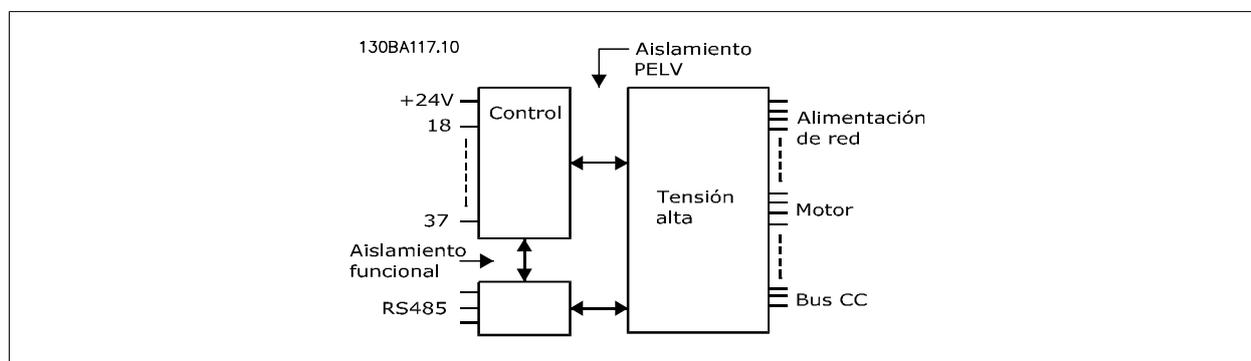
Núm. terminal	68 (P,TX+, RX+), 69 (N,TX-, RX-)
Nº de terminal 61	Común para los terminales 68 y 69

El circuito de comunicación serie RS-485 se encuentra separado funcionalmente de otros circuitos y aislado galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV).

Entradas analógicas:

Nº de entradas analógicas	2
Núm. terminal	53, 54
Modos	Tensión o intensidad
Selección de modo	Interruptor S201 e interruptor S202
Modo de tensión	Interruptor S201 / Interruptor S202 = OFF (U)
Nivel de tensión	: De 0 a +10 V (escalable)
Resistencia de entrada, R_i	10 k Ω (aprox.)
Tensión máxima	± 20 V
Modo de intensidad	Interruptor S201 / Interruptor S202 = ON (I)
Nivel de intensidad	De 0/4 a 20 mA (escalable)
Resistencia de entrada, R_i	200 Ω (aprox.)
Intensidad máxima	30 mA
Resolución de entradas analógicas	10 bits (+ signo)
Precisión de entradas analógicas	Error máximo: 0,5% de la escala completa
Ancho de banda	: 200 Hz

Las entradas analógicas están aisladas galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV) y de los demás terminales de alta tensión.



Salida analógica:

Nº de salidas analógicas programables	1
Núm. terminal	42
Rango de intensidad en salida analógica	0/4 - 20 mA
Carga de resistencia máx. en común de salidas analógicas	500 Ω
Precisión en salida analógica	Error máx.: 0,8 % de la escala completa
Resolución en salida analógica	8 bits

La salida analógica está aislada galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV) y del resto de terminales de alta tensión.

Entradas digitales:

Entradas digitales programables	4 (6)
Nº de terminal	18, 19, 27 ¹⁾ , 29, 32, 33,
Sist. lógico	PNP o NPN
Nivel de tensión	0 - 24 V CC
Nivel de tensión, "0" lógico PNP	< 5 V CC
Nivel de tensión, "1" lógico PNP	> 10 V CC
Nivel de tensión, '0' lógico NPN	> 19 V CC
Nivel de tensión, '1' lógico NPN	< 14 V CC
Tensión máx. de entrada	28 V CC
Resistencia de entrada, R_i	aprox. 4 k Ω

Todas las entradas digitales están aisladas galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV) y de otros terminales de alta tensión. 1) Los terminales 27 y 29 también pueden programarse como salidas.

Salida digital:

Salidas digitales/de pulso programables	2
Nº de terminal	27, 29 ¹⁾
Nivel de tensión en salida digital/de frecuencia	0 - 24 V
Intensidad máx. de salida (drenador o fuente)	40 mA
Carga máx. en salida de frecuencia	1 kΩ
Carga capacitiva máx. en salida de frecuencia	10 nF
Frecuencia de salida mín. en salida de frecuencia	0 Hz
Frecuencia de salida máx. en salida de frecuencia	32 kHz
Precisión de salida de frecuencia	Error máx.: 0,1 % de escala total
Resolución de salidas de frecuencia	12 bits

1) Los terminales 27 y 29 también pueden programarse como entradas.

Las salidas digitales están aisladas galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV) y de los demás terminales de alta tensión.

Entradas de pulsos:

Entradas de pulsos programables	2
Número de terminal de pulso	29, 33
Frecuencia máx. en terminal 29, 33	110 kHz (en contrafase)
Frecuencia máx. en terminal 29, 33	5 kHz (colector abierto)
Frecuencia mín. en terminal 29, 33	4 Hz
Nivel de tensión	véase la sección de Entradas digitales
Tensión máx. de entrada	28 V CC
Resistencia de entrada, R _i	4 kΩ (aprox.)
Precisión de la entrada de pulsos (0,1 - 1 kHz)	Error máx.: 0,1% de la escala completa

Tarjeta de control, salida de 24 V CC:

Núm. terminal	12, 13
Carga máx.	: 200 mA

La alimentación de 24 V CC está aislada galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV), aunque tiene el mismo potencial que las entradas y salidas analógicas y digitales.

Salidas de relé:

Salidas de relé programables	2
Nº de terminal del relé 01	1-3 (desconexión), 1-2 (conexión)
Carga máx. del terminal (CA-1) ¹⁾ en 1-3 (NC), 1-2 (NA) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga máx. del terminal (CA-15) ¹⁾ (Carga inductiva @ cosφ 0,4):	240 V CA, 0,2 A
Carga máx. del terminal (CC-1) ¹⁾ en 1-2 (NA), 1-3 (NC) (Carga resistiva)	60 V CC, 1 A
Carga máx. del terminal (CC-13) ¹⁾ (Carga inductiva)	24 V CC, 0,1 A
Nº de terminal del relé 02	4-6 (desconexión), 4-5 (conexión)
Carga máx. del terminal (CA-1) ¹⁾ en 4-5 (NA) (Carga resistiva) ²⁾³⁾	240 V CA, 2 A
Carga máx. del terminal (CA-15) ¹⁾ en 4-5 (NA) (Carga inductiva @ cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carga máx. del terminal (CC-1) ¹⁾ en 4-5 (NA) (Carga resistiva)	80 V CC, 2 A
Carga máx. del terminal (CC-13) ¹⁾ en 4-5 (NA) (Carga inductiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga máx. del terminal (CA-1) ¹⁾ en 4-6 (NC) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga máx. del terminal (CA-15) ¹⁾ en 4-6 (NC) (Carga inductiva @ cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carga máx. del terminal (CC-1) ¹⁾ en 4-6 (NC) (Carga resistiva)	50 V CC, 2 A
Carga máx. del terminal (CC-13) ¹⁾ en 4-6 (NC) (Carga inductiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga mín. del terminal en 1-3 (NC), 1-2 (NA), 4-6 (NC), 4-5 (NA)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA
Ambiente conforme a la norma EN 60664-1	categoría de sobretensión III/grado de contaminación 2

1) IEC 60947, secciones 4 y 5

Los contactos del relé están galvánicamente aislados con respecto al resto del circuito con un aislamiento reforzado (PELV).

2) Categoría de sobretensión II

3) Aplicaciones UL 300 V CA 2A

Tarjeta de control, salida de 10 V CC:

Núm. terminal	50
Tensión de salida	10,5 V ±0,5 V
Carga máx.	25 mA

La alimentación de 10 V CC está aislada galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV) y del resto de los terminales de alta tensión.

Características de control:

Resolución de frecuencia de salida a 0 - 1.000 Hz	: +/- 0,003 Hz
Tiempo de respuesta del sistema (terminales 18, 19, 27, 29, 32, 33)	: ≤ 2 ms
Rango de control de velocidad (lazo abierto)	1:100 de velocidad síncrona
Precisión de velocidad (lazo abierto)	30 - 4.000 rpm: Error máx. de ±8 rpm

Todas las características de control se basan en un motor asíncrono de 4 polos

Entorno:

Tipo de protección A	IP 20/Chasis, Kit IP 21/Tipo 1, IP55/Tipo12, IP 66/Tipo12
Protección tipo B1/B2	IP 21/Tipo 1, IP55/Tipo12, IP 66/Tipo12
Protección tipo B3/B4	IP20 / Chasis
Protección tipo C1/C2	IP 21/Tipo 1, IP55/Tipo 12, IP66/Tipo 12
Protección tipo C2/C4	IP20/Chasis
Protección tipo D1/D2/E1	IP21/Tipo 1, IP54/Tipo 12
Protección tipo D3/D4/E2	IP00/Chasis
Kit de protección disponible ≤ protección tipo A	IP 21/TIPO 1/IP 4X parte superior
Prueba de vibración	1.0 g
Humedad relativa máx.	5% - 95% (IEC 721-3-3); Clase 3K3 (sin condensación) durante el funcionamiento
Entorno agresivo (IEC 721-3-3), sin revestimiento barnizado	clase 3C2
Entorno agresivo (IEC 721-3-3), barnizado	clase 3C3
Método de prueba conforme a IEC 60068-2-43 H2S (10 días)	
Temperatura ambiente	Máx. 50 °C

Reducción de potencia por temperatura ambiente elevada; consulte la sección sobre condiciones especiales

Temperatura ambiente mínima durante el funcionamiento a escala completa	0 °C
Temperatura ambiente mínima con rendimiento reducido	- 10 °C
Temperatura durante el almacenamiento/transporte	-25 - +65/70 °C
Altitud máxima sobre el nivel del mar sin reducción de potencia	1000 m
Altitud máxima sobre el nivel del mar con reducción de potencia	3000 m

Reducción de potencia por grandes altitudes; consulte la sección de condiciones especiales

Normas EMC (emisión)	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3 EN 61800-3, EN 61000-6-1/2,
Normas EMC (inmunidad)	EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6

Consulte la sección de condiciones especiales

Rendimiento de la tarjeta de control:

Intervalo de exploración	: 5 ms
--------------------------	--------

Tarjeta de control, comunicación serie USB:

USB estándar	1.1 (velocidad máxima)
Conector USB	Conector USB tipo B "dispositivo"



La conexión al PC se realiza por medio de un cable USB estándar ordenador/dispositivo.
La conexión USB se encuentra galvánicamente aislada de la tensión de alimentación (PELV) y del resto de los terminales de alta tensión.
La conexión USB no está aislada galvánicamente de la protección a tierra. Utilice únicamente un ordenador portátil/PC aislado como conexión al conector USB del convertidor VLT AQUA o un cable/convertidor USB aislado.

3.2. Rendimiento

Rendimiento del VLT AQUA (η_{VLT})

La carga del convertidor de frecuencia apenas influye en su rendimiento. En general, el rendimiento es el mismo a la frecuencia nominal del motor $f_{M,N}$, incluso si el motor suministra el 100% del par nominal en el eje o solo el 75%, por ejemplo, con carga parcial.

Esto significa que el rendimiento del convertidor tampoco cambia aunque se elijan otras características de U/f distintas. Sin embargo, las características U/f influyen en el rendimiento del motor.

El rendimiento disminuye un poco si la frecuencia de conmutación se ajusta en un valor superior a 5 kHz. El rendimiento también se reduce ligeramente si la tensión de red es de 480 V o si el cable del motor tiene más de 30 m de longitud.

Eficiencia del motor (η_{MOTOR})

El rendimiento de un motor conectado al convertidor de frecuencia depende del nivel de magnetización. En general, el rendimiento es el mismo que si funcionara conectado a la red. El rendimiento del motor depende del tipo de motor.

En un rango del 75-100% del par nominal, el rendimiento del motor es prácticamente constante, tanto cuando lo controla el convertidor de frecuencia como cuando funciona con tensión de red.

En los motores pequeños, la influencia de la característica U/f sobre el rendimiento es mínima. Sin embargo, en motores a partir de 11 kW se obtienen ventajas considerables.

En general, la frecuencia de conmutación no afecta al rendimiento de los motores pequeños. Pero los motores de 11 kW y superiores obtienen un rendimiento mejorado (1-2%). Esto se debe a que la forma senoidal de la intensidad del motor es casi perfecta a frecuencias de conmutación elevadas.

Eficiencia del sistema (η_{SYSTEM})

Para calcular el rendimiento del sistema, se multiplica el rendimiento del VLT AQUA (η_{VLT}) por el rendimiento del motor (η_{MOTOR}):

$$\eta_{SYSTEM} = \eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$$

Calcule el rendimiento del sistema a diferentes cargas basándose en el gráfico anterior.

3.3. Ruido acústico

El ruido acústico producido por el convertidor de frecuencia procede de tres fuentes:

1. Las bobinas del circuito intermedio de CC.
2. El ventilador incorporado.
3. La bobina de choque del filtro RFI.

Valores típicos calculados a una distancia de 1 metro de la unidad:

Protección	A velocidad de ventilador reducida (50%) [dBA] ***	Velocidad de ventilador máxima [dBA]
A2	51	60
A3	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B3	-	-
B4	-	-
C1	52	62
C2	55	65
C3	-	-
C4	-	-
D1+D3	74	76
D2+D4	73	74
E1/E2 *	73	74
E1/E2 **	82	83

* ¡Sólo 315 kW, 380-480 VCA y 355 kW, 525-600 VCA!
 ** Restantes tamaños de potencias E1+E2.
 *** Para tamaños D y E, la velocidad reducida del ventilador es del 87%, medida a 200 V.

3.4. Pico de tensión en el motor

Quando se conmuta un transistor en el puente del inversor, la tensión aplicada al motor se incrementa según a una velocidad dV/dt que depende de:

- el cable del motor (tipo, sección, longitud, apantallado/no apantallado)
- la inductancia

La inducción natural provoca una subida U_{PICO} de la tensión del motor antes de que se establezca a un nivel que depende de la tensión del circuito intermedio. Tanto el tiempo de subida como la tensión de pico U_{PICO} , influyen sobre la vida útil del motor. Si la tensión de pico es demasiado elevada, se verán especialmente afectados los motores sin aislamiento de fase en la bobina. Si el cable del motor es corto (unos pocos metros), el tiempo de subida y la tensión de pico serán más bajos.

Si el cable del motor es largo (100 m), el tiempo de subida y la tensión de pico aumentan.

Para los motores sin papel de aislamiento de fase o cualquier otro refuerzo de aislamiento adecuado para su funcionamiento con suministro de tensión (como un convertidor de frecuencia), coloque un filtro de onda senoidal en la salida del convertidor de frecuencia.

Para obtener valores aproximados para las longitudes y tensiones de cable no mencionadas a continuación, utilice estas reglas generales:

1. El tiempo de incremento aumenta o disminuye de manera proporcional a la longitud del cable.

2. $U_{PICO} = \text{Tensión de CC} \times 1,9$
(Tensión de CC = tensión de red $\times 1,35$).

3.
$$dU \Big| dt = \frac{0.8 \times U_{PICO}}{\text{Tiempo de subida}}$$

Los datos se miden de acuerdo con IEC 60034-17.

Las longitudes de cable se indican en metros y pies.

FC 202, P11KT5				
Cable Longitud [m]	Tensión de red eléctrica	Tiempo de subida [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
10	400 V	0.22	0.470	1.573
150	400 V	0.52	0.512	0.846
10	480 V	0.34	0.580	1.394
150	480 V	0.36	0.598	1.328

FC 202, P18KT5

Cable Longitud [m]	Tensión de red eléctrica	Tiempo de subida [μs]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/μs]
25	400 V	0.276	1.040	2.717
50	400 V	0.236	1.070	2.775
150	400 V	0.284	1.020	2.025
25	480 V	0.316	1.220	2.880
50	480 V	0.328	1.260	2.591
150	480 V	0.28	1.210	2.304

FC 202, P7K5T2

Cable Longitud [m]	Tensión de red eléctrica	Tiempo de subida [μs]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	230 V	0.13	0.510	3.090
50	230 V	0.23	0.590	2.034
100	230 V	0.54	0.580	0.865
150	230 V	0.66	0.560	0.674

FC 202, P11KT2

Cable Longitud [m]	Tensión de red eléctrica	Tiempo de subida [μs]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	240 V	0.264	0.624	1.890
136	240 V	0.536	0.596	0.889
150	240 V	0.568	0.568	0.800

FC 202, P11KT2

Cable Longitud [m]	Tensión de red eléctrica	Tiempo de incremento [μs]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	240 V	0.15	0.624	1.664
136	240 V	0.168	0.596	1.419
150	240 V	0.156	0.568	1.456

FC 202, P22KT5

Cable Longitud [m]	Tensión de red eléctrica	Tiempo de subida [μs]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/μs]
25	400 V	0.320	0.930	2.547
150	400 V	0.330	1.000	2.121
25	480 V	0.312	1.150	2.965
150	480 V	0.550	1.250	1.582

FC 202, P30KT5

Cable Longitud [m]	Tensión de red eléctrica	Tiempo de subida [μs]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/μs]
25	400 V	0.216	1.000	3.773
150	400 V	0.250	1.000	2.000
25	480 V	0.264	1.150	3.788
150	480 V	0.400	1.225	1.750

FC 202, P30KT5

Cable Longitud [m]	Tensión de red eléctrica	Tiempo de subida [μs]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/μs]
25	400 V	0.216	1.000	3.773
150	400 V	0.250	1.000	2.000
25	480 V	0.264	1.150	3.788
150	480 V	0.400	1.225	1.750

FC 202, P15KT2

Cable Longitud [m]	Tensión de red eléctrica	Tiempo de subida [μs]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	240 V	0.296	0.574	1.551
136	240 V	0.696	0.580	0.666
150	240 V	0.832	0.576	0.553

FC 202, P15KT2

Cable Longitud [m]	Tensión de red eléctrica	Tiempo de subida [μs]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	240 V	0.188	0.574	1.221
136	240 V	0.256	0.580	0.906
150	240 V	0.26	0.576	0.886

FC 202, P37KT5

Cable Longitud [m]	Tensión de red eléctrica	Tiempo de subida [μs]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	400 V	0.376	1.090	2.380
50	400 V	0.576	1.040	1.450
100	400 V	0.544	1.020	1.471
150	400 V	0.832	1.010	0.962
5	480 V	0.368	1.270	2.853
50	480 V	0.536	1.290	1.978
100	480 V	0.680	1.240	1.426
150	480 V	0.712	1.200	1.334

FC 202, P55KT5

Cable Longitud [m]	Tensión de red eléctrica	Tiempo de subida [μs]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	400 V	0.232	1.000	3.362
50	400 V	0.384	1.000	2.096
100	400 V	0.496	1.000	1.612
150	400 V	0.752	0.980	1.070
15	480 V	0.256	1.230	3.847
50	480 V	0.328	1.200	2.957
100	480 V	0.456	1.200	2.127
150	480 V	0.960	1.150	1.052

FC 202, P30KT2

Cable Longitud [m]	Tensión de red eléctrica	Tiempo de subida [μs]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	240 V	0.194	0.626	2.581
50	240 V	0.252	0.574	1.822
150	240 V	0.488	0.538	0.882

FC 202, P30KT2				
Cable Longitud [m]	Tensión de red eléctrica	Tiempo de subida [μs]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	240 V	0.117	0.626	2.410
50	240 V	0.150	0.574	1.531
150	240 V	0.184	0.538	1.170

FC 202, P90KT5				
Cable Longitud [m]	Tensión de red eléctrica	Tiempo de subida [μs]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	400 V	0.240	1.030	1.683
5	480 V	0.184	1.170	2.652



3.5. Condiciones especiales

3.5.1. Propósito de la reducción de potencia

La reducción de potencia debe ser tenida en cuenta al utilizar el convertidor de frecuencia con bajas presiones atmosféricas (en altura), a bajas velocidades, con cables de motor largos, con cables de mucha sección o a temperaturas ambiente elevadas. La acción necesaria se describe en esta sección.

3.5.2. Reducción de potencia debido a la temperatura ambiente

La media de temperatura ($T_{AMB, AVG}$) calculada durante un período de 24 horas debe ser, como mínimo, 5 °C inferior a la máxima temperatura ambiente permitida ($T_{AMB, MAX}$).

Si el convertidor de frecuencia se utiliza a temperaturas ambiente elevadas, deberá reducirse la intensidad continua de salida.

Esta reducción depende del patrón de conmutación, que puede ajustarse en 60 AVM o SFAVM en el par. 14-00.

Protecciones A

60 AVM - Modulación de anchura de pulsos

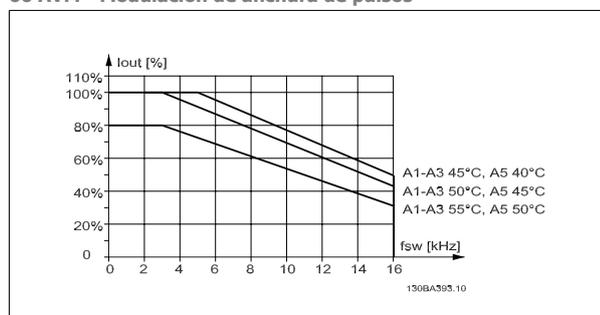


Ilustración 3.1: Reducción I_{out} para distintas $T_{AMB, MAX}$ para protección A, utilizando 60 AVM

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona orientada al flujo del estator

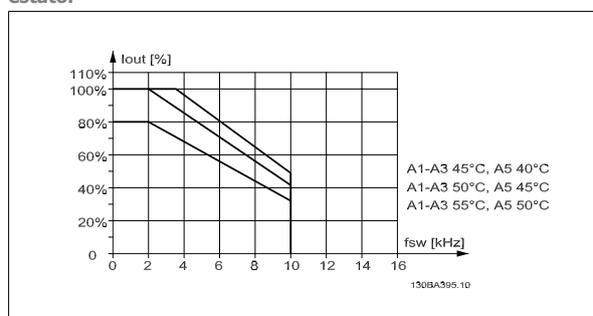


Ilustración 3.2: Reducción de I_{out} para distintas $T_{AMB, MAX}$ para protección A, utilizando SFAVM

Con protección A, la longitud del cable de motor tiene una influencia relativamente elevada en la reducción recomendada. Por lo tanto, se muestra también la reducción recomendada para una aplicación con un cable de motor de un máximo de 10 m.

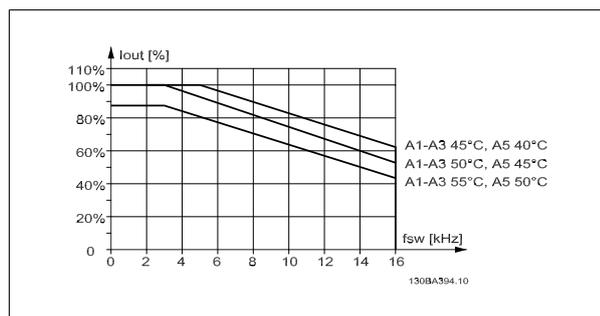


Ilustración 3.3: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección A, utilizando 60 AVM y un cable de motor de un máximo de 10 m

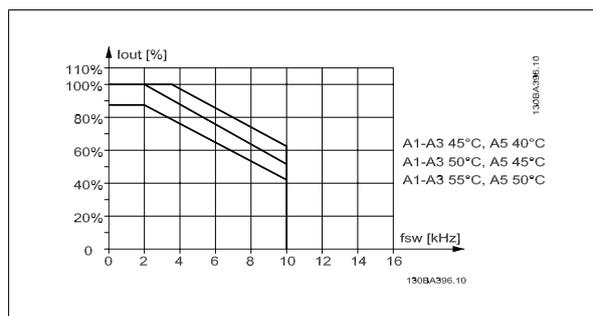


Ilustración 3.4: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección A, utilizando SFAVM y un cable de motor de un máximo de 10 m

Protecciones B

60 AVM - Modulación de anchura de pulso

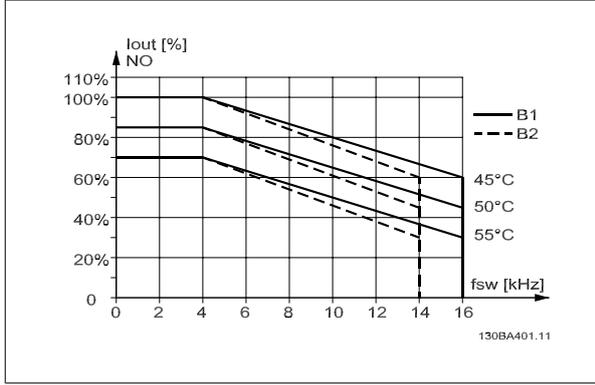


Ilustración 3.5: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección B, utilizando AVM en modo de par Normal (110% de sobrepasar)

SFAVM - Modulación vectorial asínrona basada en el flujo del estator

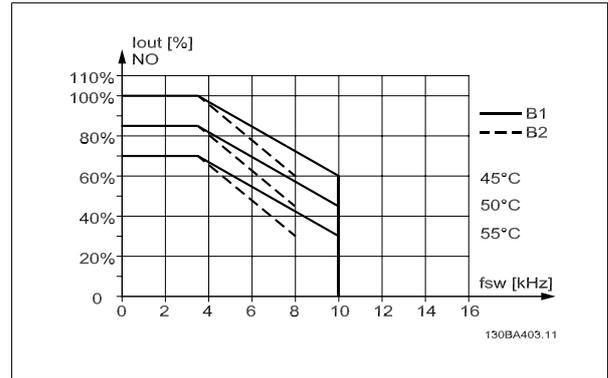


Ilustración 3.6: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección B, utilizando SFAVM en modo de par Normal (110% de sobrepasar)

Protecciones C

Tenga en cuenta que: para 90 kW en IP55 y en IP66, la temperatura ambiente máx. es de 5° C menos.

60 AVM - Modulación de anchura de pulso

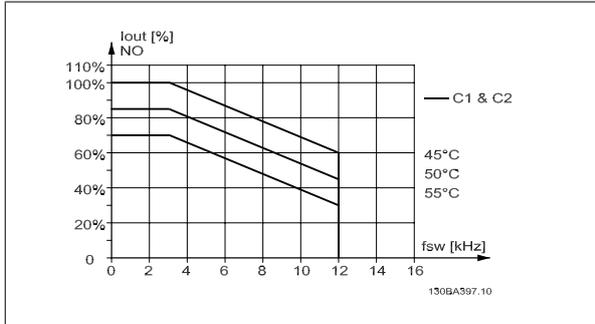


Ilustración 3.7: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección C, utilizando AVM en modo de par Normal (110% de sobrepasar)

SFAVM - Modulación vectorial asínrona basada en el flujo del estator

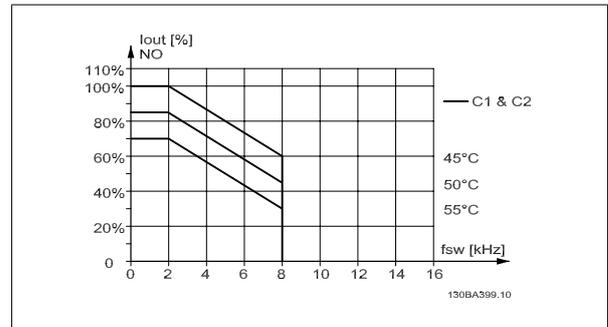


Ilustración 3.8: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección C, utilizando SFAVM en modo de par Normal (110% de sobrepasar)

Protecciones D

60 AVM - Modulación de anchura de pulso, 380 - 480 V

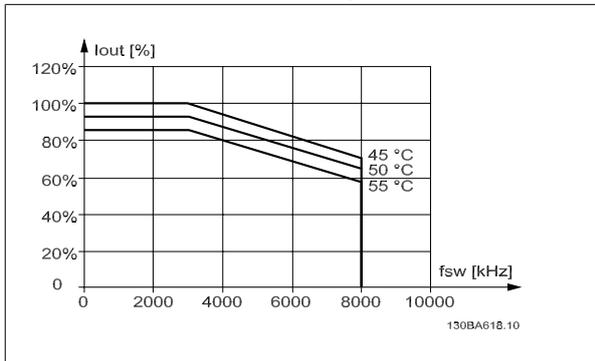


Ilustración 3.9: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección D, a 480 V, utilizando 60 AVM en modo de par Normal (110% de sobrepasar)

SFAVM - Modulación vectorial asínrona basada en el flujo del estator

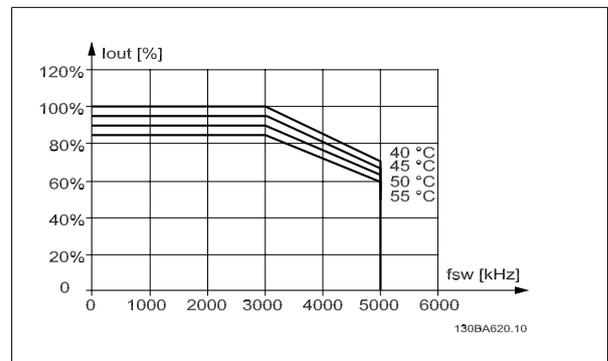


Ilustración 3.10: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección D, a 480 V, utilizando SFAVM en modo de par Normal (110% de sobrepasar)

60 AVM - Modulación de ancho de pulso, 525 - 600 V (excepto P315)

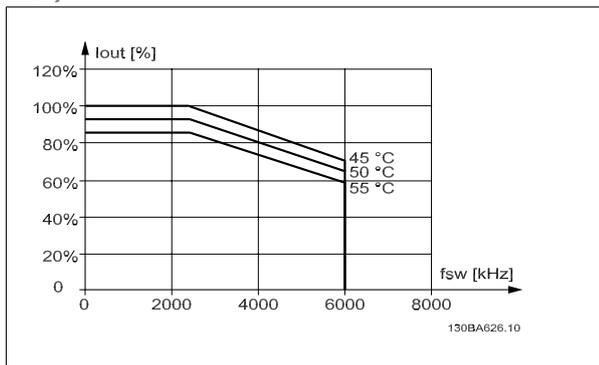


Ilustración 3.11: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección D, a 600 V, utilizando AVM en modo de par Normal (110% de sobrepasar) Nota: *no* válido para P315.

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona basada en el flujo del estator

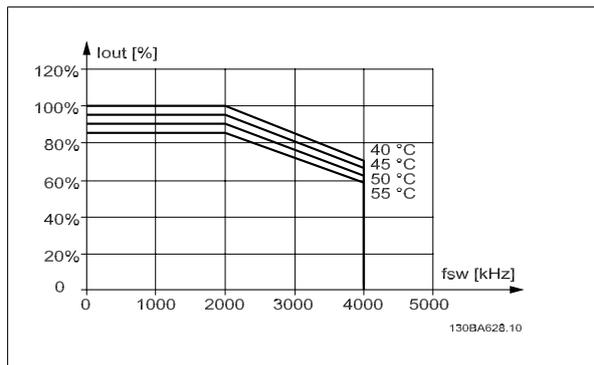


Ilustración 3.12: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección D, a 600 V, utilizando SFAVM en modo de par Normal (110% de sobrepasar). Nota: *no* válido para P315.

60 AVM - Modulación de anchura de pulso, 525 - 600 V, P315

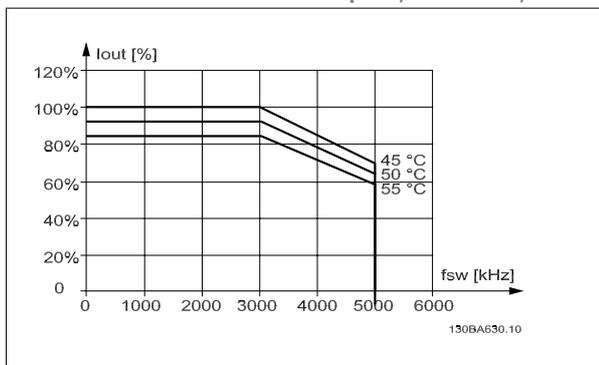


Ilustración 3.13: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección D, a 600 V, utilizando AVM en modo de par Normal (110% de sobrepasar) Nota: *sólo* P315.

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona basada en el flujo del estator

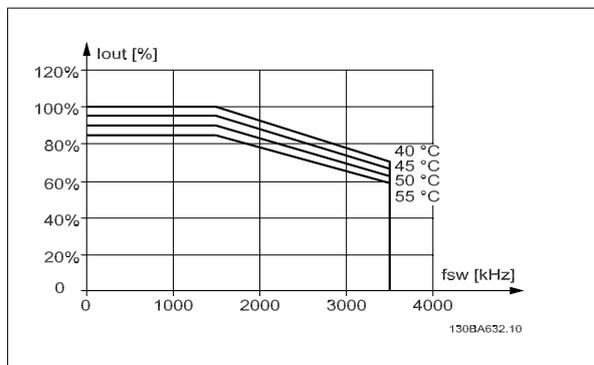


Ilustración 3.14: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección D, a 600 V, utilizando SFAVM en modo de par Normal (110% de sobrepasar). Nota: *sólo* P315.

Protecciones E

60 AVM - Modulación de anchura de pulso, 380 - 480 V

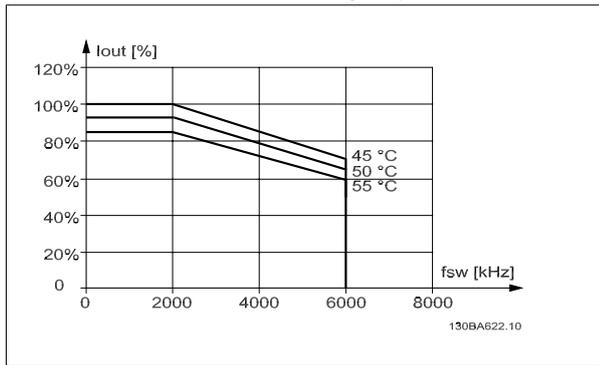


Ilustración 3.15: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección E, a 480 V, utilizando 60 AVM en modo de par Normal (110% de sobrepasar)

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona basada en el flujo del estator

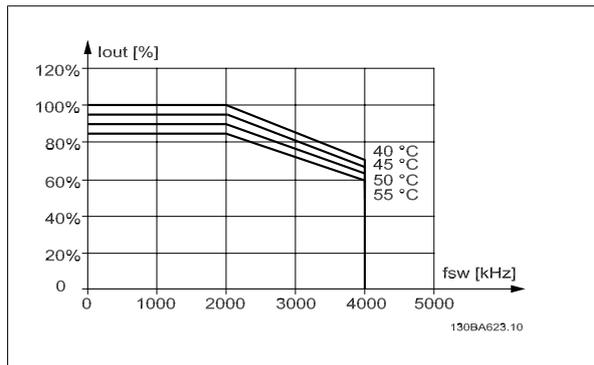


Ilustración 3.16: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección E, a 480 V, utilizando SFAVM en modo de par Normal (110% de sobrepasar).

60 AVM - Modulación de anchura de pulso, 525 - 600 V

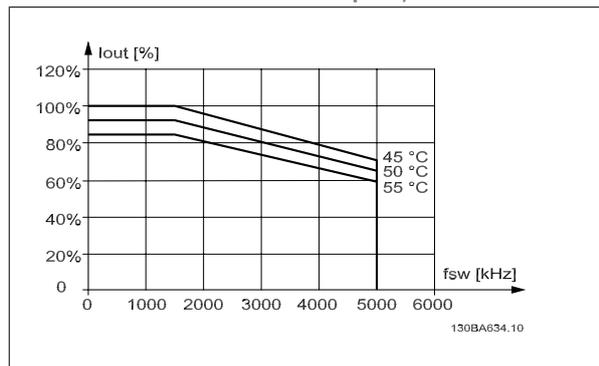


Ilustración 3.17: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección E, a 600 V, utilizando 60 AVM en modo de par Normal (110% de sobrepasar).

SFAVM - Modulación vectorial asínrona basada en el flujo del estator

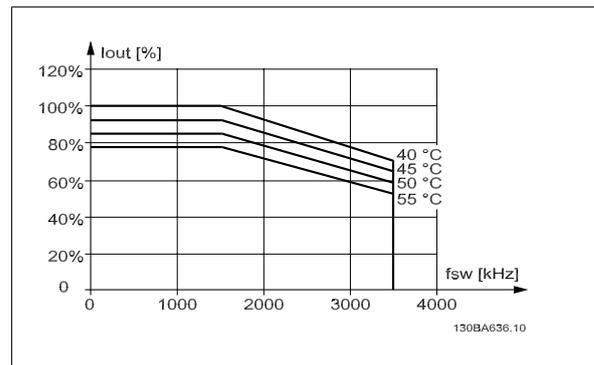


Ilustración 3.18: Reducción de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$, para protección E, a 600 V, utilizando SFAVM en modo de par Normal (110% sobrepasar).

3.5.3. Reducción de potencia debido a la baja presión atmosférica

La capacidad de refrigeración del aire disminuye al disminuir la presión atmosférica.

Para altitudes superiores a 2 Km, póngase en contacto con Danfoss en relación con PELV.

Por debajo de 1.000 m de altitud, no es necesaria ninguna reducción, pero por encima de los 1.000 m, la temperatura ambiente (T_{AMB}) o la intensidad de salida máxima (I_{out}) deben reducirse de acuerdo con el diagrama mostrado.

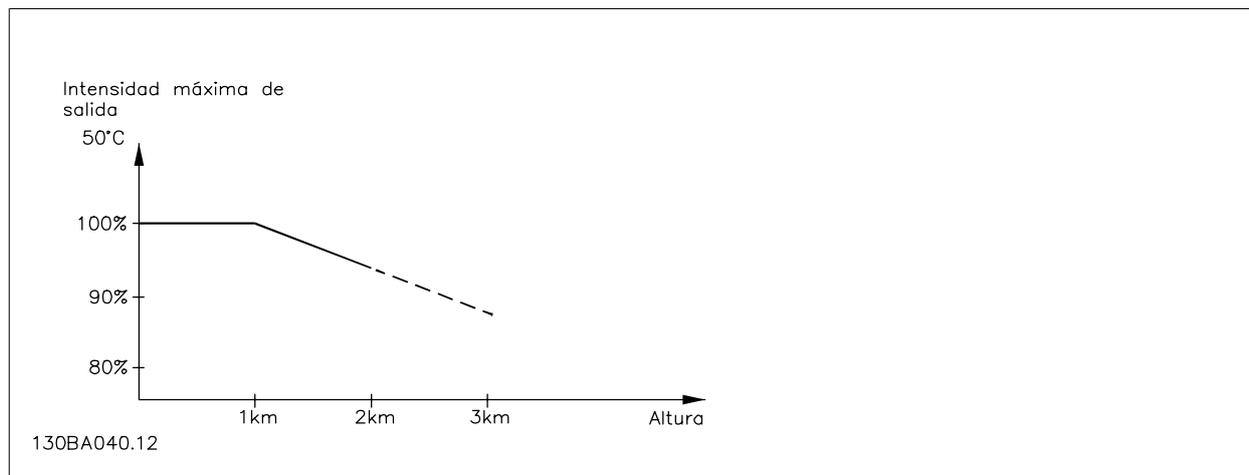


Ilustración 3.19: Reducción de la intensidad de salida en relación con la altitud a $T_{AMB, MAX}$. Para altitudes superiores a 2 km, póngase en contacto con Danfoss en relación con PELV.

Una alternativa es reducir la temperatura ambiente en altitudes elevadas, lo que garantiza el 100% de intensidad de salida.

3.5.4. Reducción de potencia debido a funcionamiento a velocidad lenta

Al conectar un motor a un convertidor de frecuencia, es necesario comprobar si la refrigeración del motor es adecuada.

Se puede producir un problema con valores bajos de RPM en aplicaciones de par constante. El ventilador del motor tal vez no pueda suministrar el volumen de aire necesario para el enfriamiento, y esto limita el par admisible. Por lo tanto, si se va a hacer funcionar el motor constantemente a un valor de RPM inferior a la mitad del valor nominal, debe recibir aire adicional para su enfriamiento (o debe utilizarse un motor diseñado para este tipo de funcionamiento).

Una alternativa es reducir el nivel de carga del motor eligiendo un motor más grande. No obstante, el diseño del convertidor de frecuencia establece un límite en cuanto al tamaño del motor.

3.5.5. Reducción de potencia por la instalación de cables de motor largos o de mayor sección

La longitud máxima de cable para este convertidor de frecuencia es de 300 m de cable no blindado y de 150 m de cable blindado.

El convertidor de frecuencia se ha diseñado para funcionar utilizando un cable de motor con una determinada sección. Si se utiliza otro cable con una sección mayor, reduzca la intensidad de salida en un 5% por cada paso que se incremente la sección del cable.

(Una mayor sección del cable produce una mayor capacidad a tierra, y con ello, una mayor corriente de fuga a tierra).

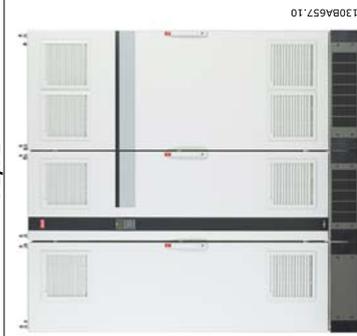
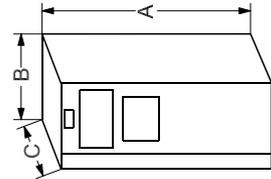
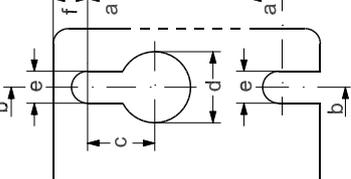
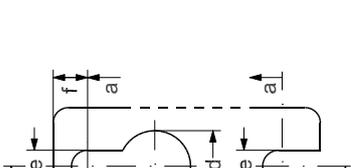
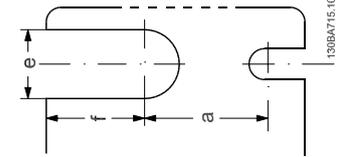
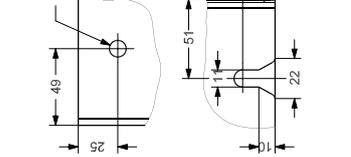
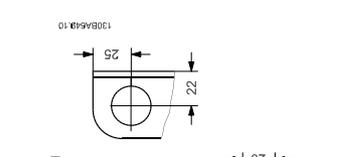
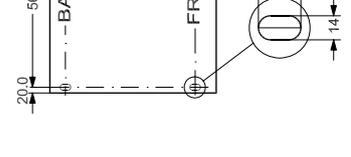
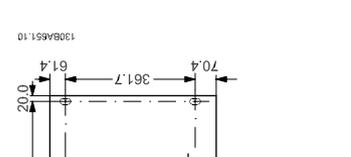
3

3.5.6. Adaptaciones automáticas para asegurar el rendimiento

El convertidor de frecuencia comprueba constantemente la aparición de niveles críticos de temperatura interna, corriente de carga, tensión alta en el circuito intermedio y velocidades de motor bajas. En respuesta a un nivel crítico, el convertidor de frecuencia puede ajustar la frecuencia de conmutación y/o cambiar el patrón de conmutación a fin de asegurar su rendimiento. La capacidad de reducir automáticamente la intensidad de salida aumenta más todavía las condiciones aceptables de funcionamiento.

3.6. Dimensiones mecánicas

3.6.1. Dimensiones mecánicas

<p>A2/A3</p>  <p>130BA52.10</p>	<p>A5*/B1/B2/C1/C2</p>  <p>130BA53.10</p>	<p>B3</p>  <p>130BA72.10</p>	<p>B4/C3/C4</p>  <p>130BA71.10</p>	<p>D1/D2</p>  <p>130BA64.10</p>	<p>D3/D4</p>  <p>130BA55.10</p>	<p>E1</p>  <p>130BA56.10</p>	<p>E2</p>  <p>130BA73.10</p>	<p>F1/F2</p>  <p>130BA67.10</p>		
<p>IP20/21</p> 	<p>IP21/55/66</p> 	<p>IP20</p> 	<p>IP20</p> 	<p>IP21/54</p> 	<p>IP00</p> 	<p>IP21/54</p> 	<p>IP00</p> 	<p>IP21/54</p>		
<p>(¡Póngase en contacto con Danfoss!)</p>										
<p>Todas las medidas expresadas en mm. * ¡Sólo A5 en IP55/66!</p>				<p>Acueros de montaje superior e inferior. (sólo C3+C4)</p>		<p>Izquierda: Agujero de montaje superior.</p>		<p>Derecha: Ojal de elevación.</p>		<p>Montaje placa base.</p>

Dimensiones mecánicas												
Tamaño del bastidor (kW):	A2	A3	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	
200-240 V	0.25-2.2	3.0-3.7	0.25-3.7	5.5-11	15	5.5-11	15-18.5	18.5-30	37-45	22-30	37-45	
380-480 V	0.37-4.0	5.5-7.5	0.37-7.5	11-18.5	22-30	11-18.5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90	
525-600 V		0.75-7.5	0.75-7.5	11-18.5	22-37	11-18.5	22-37	45-55	75-90	45-55	75-90	
IP	20	21	55/66	21/55/66	21/55/66	20	20	21/55/66	21/55/66	20	20	
NEMA	Chasis	Chasis	Tipo 1	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Chasis	Chasis	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Chasis	Chasis	
Altura (mm)												
Placa posterior	A	268	268	480	650	399	520	680	770	550	660	
Placa de desacoplamiento	A	373.79	373.79	-	-	420	595	-	-	630	800	
Distancia entre los orificios de montaje	a	257	257	350	624	380	495	648	739	521	631	
Anchura (mm)												
Placa posterior	B	90	130	242	242	165	230	308	370	308	370	
Placa posterior con una opción C	B	130	170	242	242	205	230	308	370	308	370	
Placa posterior con dos opciones C	B	150	190	242	242	225	230	308	370	308	370	
Distancia entre los orificios de montaje	b	70	110	215	210	140	200	272	334	270	330	
Profundidad (mm)												
Sin opción A/B	C	205	205	195	260	232	239	310	335	330	330	
Con opción A/B	C	220	220	195	260	232	239	310	335	330	330	
Sin opción A/B	D*	-	207	-	-	249	242	-	-	333	333	
Con opción A/B	D*	-	222	-	-	262	242	-	-	333	333	
Orificios para los tornillos (mm)												
c	8.0	8.0	8.0	12	12	8	-	12	12	-	-	
d	11	11	11	19	19	12	-	19	19	-	-	
e	5.5	5.5	5.5	9	9	6.8	8.5	9.0	9.0	8.5	8.5	
f	9	9	9	9	9	7.9	15	9.8	9.8	17	17	
Peso máx. (kg)												
	4.9	5.3	6.6	7.0	13.5	12	23.5	43	61	35	50	
			14.2									

3.7. Opciones y accesorios

Danfoss ofrece una amplia gama de opciones y accesorios para los convertidores de frecuencia VLT.

3.7.1. Montaje de módulos de opción en la ranura B

Debe desconectarse la alimentación del convertidor de frecuencia.

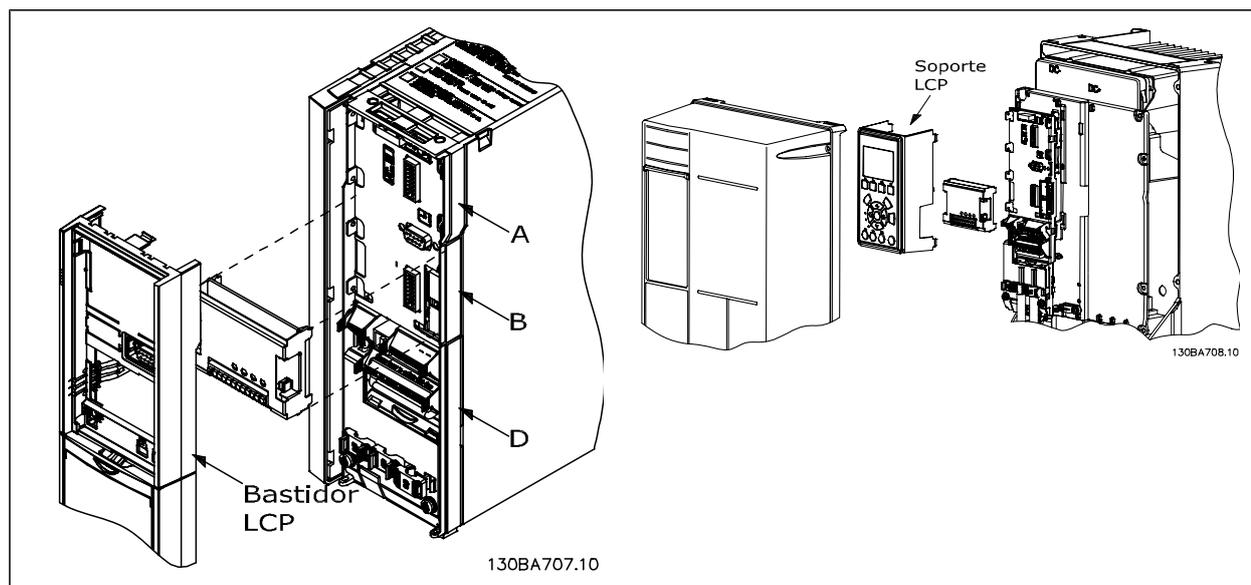
Para protecciones A2 y A3:

- Retire del convertidor de frecuencia el LCP (Panel de control Local), la tapa de terminal y el bastidor del LCP.
- Ajuste la opción MCB10x en la ranura B.
- Conecte los cables de control y sujételos mediante las cintas de cable suministradas. Quite el protector del bastidor ampliado del LCP, entregado con la opción, para que ésta quepa bajo el bastidor ampliado del LCP.
- Ajuste el bastidor ampliado del LCP y la tapa de terminales.
- Encaje el LCP o la tapa ciega en el bastidor ampliado del LCP.
- Conecte el convertidor de frecuencia a la alimentación.
- Ajuste las funciones de entrada/salida en los parámetros correspondientes, como se menciona en las *Especificaciones técnicas generales*.

Para protecciones B1, B2, C1 y C2:

- Retire el LCP y su soporte
- Ajuste la tarjeta de opción MCB 10x en la ranura B.

- Conecte los cables de control y sujételos mediante las cintas de cable suministradas
- Ajuste el soporte
- Ajuste el LCP



Protecciones A2, A3 y B3

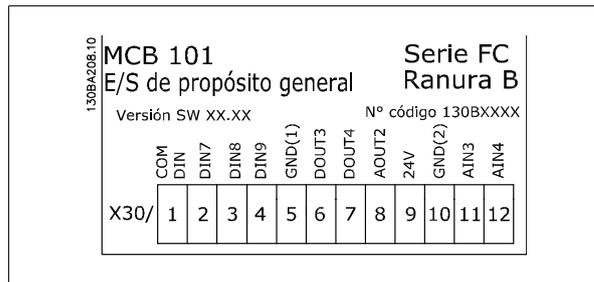
Protecciones A5, B1, B2, B4, C1, C2, C3 y C4.

3.7.2. Módulo de entrada/salida de propósito general MCB 101

El MCB 101 se utiliza para la extensión de las entradas y salidas, digitales y analógicas del convertidor VLT AQUA.

Contenido: El MCB 101 debe instalarse en la ranura B del convertidor de frecuencia VLT AQUA.

- Módulo de opción MCB 101
- Bastidor ampliado del LCP
- Tapa de terminal



Aislamiento galvánico en el MCB 101

Las entradas digitales/analógicas del MCB 101 están aisladas galvánicamente del resto de las entradas/salidas del MCB 101 y de las de la tarjeta de control del convertidor de frecuencia. Las salidas digitales/analógicas del MCB 101 están aisladas galvánicamente del resto de las entradas/salidas del MCB 101, pero no de las de la tarjeta de control del convertidor de frecuencia.

Si las entradas digitales 7, 8 ó 9 tienen que cambiarse para utilizar la fuente de alimentación de 24 V interna (terminal 9), debe establecerse una conexión entre el terminal 1 y el 5, tal y como se muestra en la ilustración.

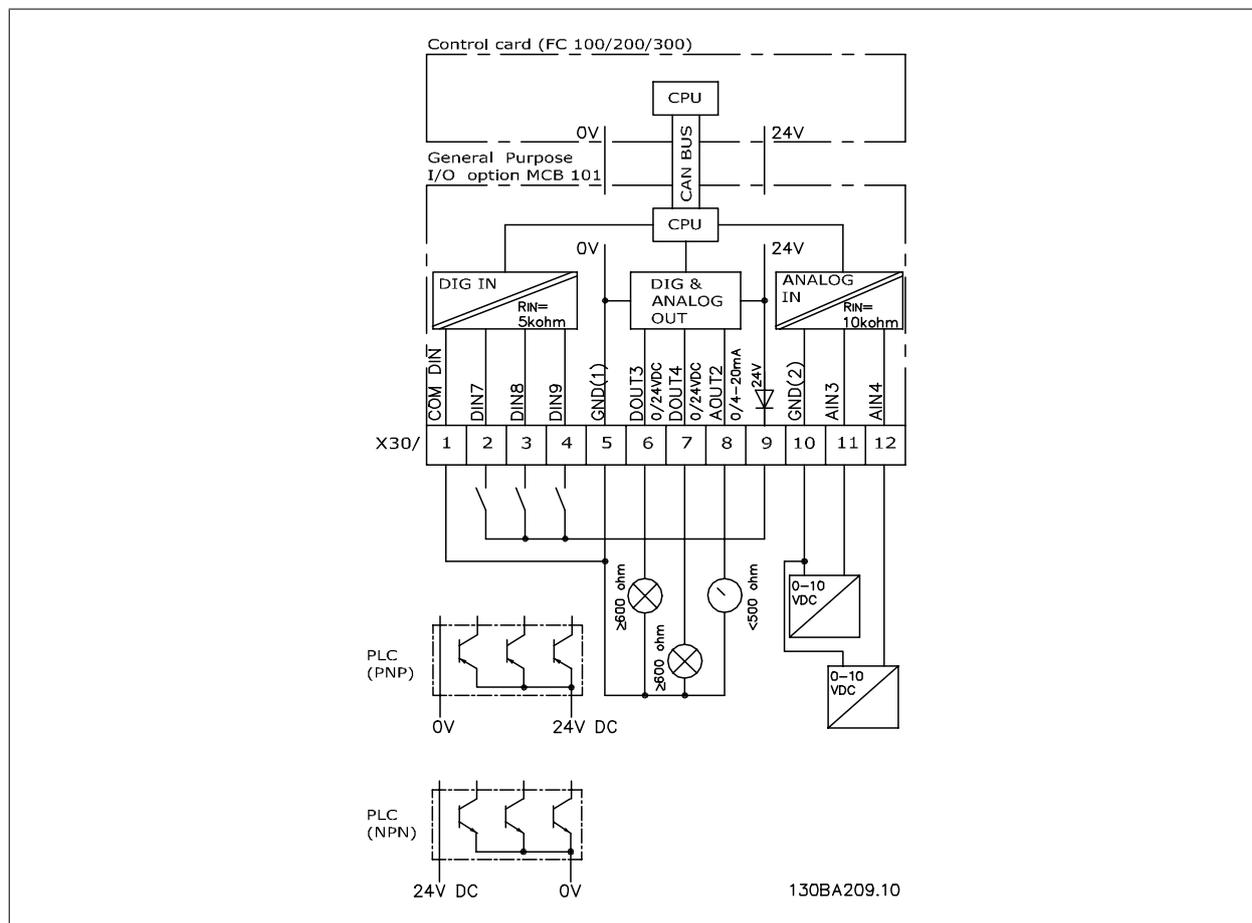


Ilustración 3.20: Diagrama básico

3.7.3. Entradas digitales - Terminal X30/1-4

Parámetros para ajustar: 5-16, 5-17 y 5-18				
Número de entradas digitales	Nivel de tensión	Niveles de tensión	Impedancia de entrada	Carga máx.
3	0-24 V CC	Tipo PNP: Común = 0 V "0" lógico: Entrada < 5 V CC "0" lógico: Entrada > 10 V CC Tipo NPN: Común = 24 V "0" lógico: Entrada > 19 V CC "0" lógico: Entrada < 14 V CC	Aprox. 5 k ohm	± 28 V continuo ± 37 V 10 seg. mínimo

3.7.4. Entradas de tensión digitales - Terminal X30/10-12

Parámetros para ajustar: 6-3*, 6-4* y 16-76				
Número de entradas de tensión analógicas	Señal de entrada normalizada	Impedancia de entrada	Resolución	Carga máx.
2	0-10 V CC	Aprox. 5 K ohm	10 bits	± 20 V continuamente

3.7.5. Salidas digitales - Terminal X30/5-7

Parámetros para ajustar: 5-32 y 5-33			
Número de salidas digitales	Nivel de salida	Tolerancia	Carga máx.
2	0 ó 24 V CC	± 4 V	≥ 600 ohm

3.7.6. Salidas analógicas - Terminal X30/5+8

Parámetros para ajustar: 6-6* and 16-77			
Número de salidas analógicas	Nivel de señal de salida	Tolerancia	Carga máx.
1	0/4 - 20 mA	± 0.1 mA	< 500 ohm

3.7.7. Opción relé MCB 105

La opción MCB 105 incluye 3 piezas de contactos SPDT y puede colocarse en la ranura de opción B.

Datos eléctricos:

Carga máx. del terminal (CA-1) ¹⁾ (Carga resistiva)	240 V CA 2 A
Carga máx. del terminal (CA-15) ¹⁾ (Carga inductiva @ cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga máx. del terminal (CC-1) ¹⁾ (Carga resistiva)	24 V CC 1 A
Carga máx. del terminal (CC-13) ¹⁾ (Carga inductiva)	24 V CC 0,1 A
Carga mín. del terminal (CC)	5 V 10 mA
Frecuencia de conmutación máx. en carga nominal/carga mín.	6 min ⁻¹ /20 s ⁻¹

¹⁾ IEC 947 partes 4 y 5

El kit opcional de relé, cuando se encarga por separado, incluye lo siguiente:

- Módulo de relé MCB 105
- Bastidor ampliado del LCP y tapa ampliada de terminales.
- Etiqueta para cubrir al acceso a los conmutadores S201, S202 y S801
- Cintas de cable para sujetar los cables al modulo de relé

3.7.8. Opción de suministro externo de 24 V MCB 107 (opción D)

Suministro externo de 24 V CC

El suministro externo de 24 V CC se puede instalar como un suministro de baja tensión para la tarjeta de control y para cualquier otra tarjeta instalada como opción. Esto permite el funcionamiento completo del LCP (incluido el ajuste de parámetros) y de los buses de campo sin necesidad de conexión a la red eléctrica.

Especificación del suministro externo de 24 V CC:

Rango de tensión de entrada	24 V CC \pm 15% (máx. 37 V en 10 s)
Intensidad de entrada máxima	2,2 A
Intensidad media de entrada para el convertidor de frecuencia	0,9 A
Longitud máxima del cable	75 m
Carga de capacitancia de entrada	< 10 μ F
Retardo de arranque	< 0,6 s

Las entradas están protegidas.

Números de terminales:

Terminal 35: - suministro externo de 24 V CC.

Terminal 36: + suministro externo de CC de 24 V.

Siga estos pasos:

1. Retire el LCP o la tapa ciega
2. Retire la tapa de terminales
3. Retire la placa de conexión de pantallas y la tapa de plástico inferior
4. Inserte la opción de suministro externo de 24 V CC en la ranura para opciones
5. Monte la placa de conexión de pantallas
6. Acople la tapa de terminales y el LCP o la tapa ciega.

Cuando el MCB 107, opción de suministro externo de 24 V CC, está alimentando el circuito de control, se desconecta automáticamente la fuente de alimentación interna de 24 V.

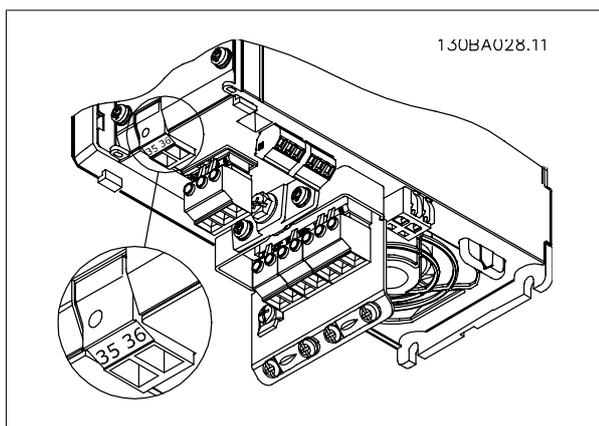


Ilustración 3.21: Conexión al suministro externo de 24 V (A2-A3).

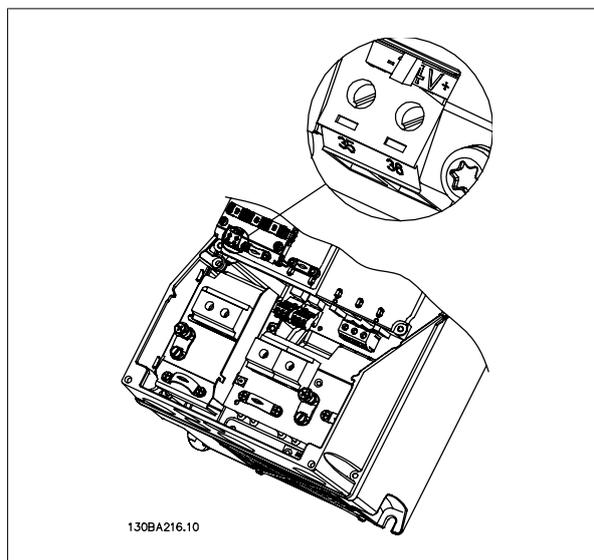


Ilustración 3.22: Conexión al suministro externo de 24 V (A5-C2).

3.7.9. Opción E/S analógica MCB 109

La tarjeta de E/S analógica debe utilizarse, p. ej., en los siguientes casos:

- Proporcionar la función de alimentación de emergencia del reloj por batería en la tarjeta de control.
- Como extensión general de la selección de E/S analógica, disponible en la tarjeta de control, p. ej. para control multizona con tres transmisores de presión.
- Convertir el convertidor de frecuencia en un bloque de E/S descentralizado dando apoyo a un Sistema de gestión de edificio con entradas para sensores y salidas para manejar amortiguadores y actuadores de válvulas.
- Dar servicio a controladores PID ampliados con E/S para entradas de consignas, entradas de transmisor/sensor.

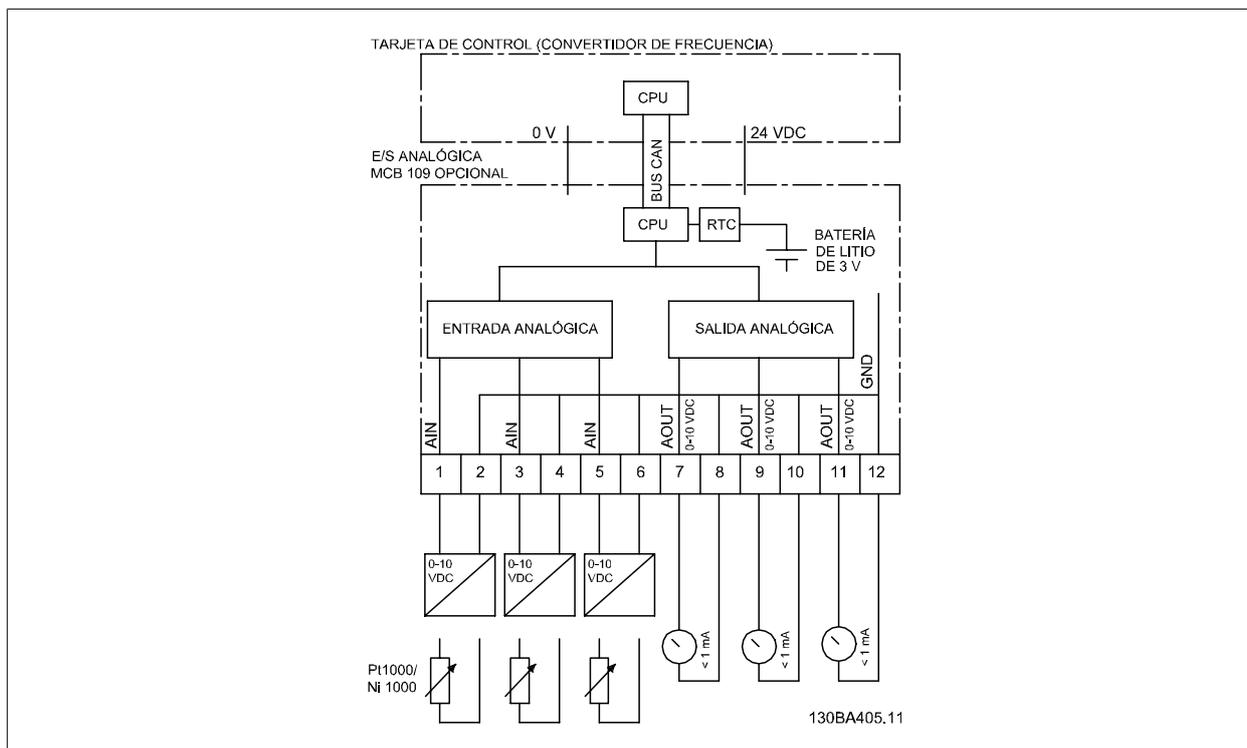


Ilustración 3.23: Esquema de principio para las E/S analógicas montadas en el convertidor de frecuencia.

Configuración de E/S analógica

3 entradas analógicas, capaces de manejar lo siguiente:

- 0 - 10 V CC

OR

- 0-20 mA (entrada de tensión 0-10 V) colocando una resistencia de 510 Ω entre los terminales (consulte Nota)
- 4-20 mA (entrada de tensión 2-10 V) colocando una resistencia de 510 Ω entre los terminales (consulte Nota)
- Un sensor de temperatura Ni1000 de 1000 Ω a 0° C. Especificaciones de acuerdo con la norma DIN43760.
- Sensor de temperatura Pt1000 de 1000 Ω a 0° C. Especificaciones de acuerdo con la norma IEC 60751.

3 salidas analógicas suministrando 0-10 V CC.



¡NOTA!

Tenga en cuenta los valores disponibles dentro de los distintos grupos estándar de resistencias:

E12: El valor estándar más próximo es 470 Ω , creando una entrada de 449,9 Ω y 8,997 V.

E24: El valor estándar más próximo es 510 Ω , creando una entrada de 486,4 Ω y 9,728 V.

E48: El valor estándar más próximo es 511 Ω , creando una entrada de 487,3 Ω y 9,746 V.

E96: El valor estándar más próximo es 523 Ω , creando una entrada de 498,2 Ω y 9,964 V.

Entradas analógicas - terminal X42/1-6

Grupo de parámetros para lectura: 18-3* Consulte también la **Guía de programación del convertidor de frecuencia VLT® AQUA, MG200XY**

Grupos de parámetros para ajuste: 26-0*, 26-1*, 26-2* y 26-3* Consulte también la **Guía de programación del convertidor de frecuencia VLT® AQUA, MG200XY**

3 entradas analógicas	Rango de funcionamiento	Resolución	Precisión	Muestreo	Carga máx.	Impedancia
Usado como entrada del sensor de temperatura	de -50 a +150 °C	11 bits	-50 °C ±1 Kelvin +150 °C ±2 Kelvin	3 Hz	-	-
Usado como entrada de tensión	0 - 10 V CC	10 bits	0,2% de escala total a la temp. calculada	2,4 Hz	+/- 20 V continuamente	Aproximadamente 5 kΩ

Cuando se utilizan para tensión, las entradas analógicas son escalables mediante parámetros para cada entrada.

Cuando se utilizan para sensor de temperatura, el escalado de las entradas analógicas está predeterminado al nivel de señal necesario para el intervalo de temperaturas.

Cuando las entradas analógicas se utilizan para sensores de temperatura, es posible la lectura del valor de realimentación tanto en °C como en °F.

Cuando se funciona con sensores de temperatura, la longitud máxima del cable para conectar los sensores es de 80 m, cables no apantallados / no entrelazados.

Salidas analógicas - Terminal X42/7-12

Grupo de parámetros para lectura y escritura: 18-3* Consulte también la **Guía de programación del convertidor de frecuencia VLT® AQUA, MG200XY**

Grupos de parámetros para ajuste: 26-4*, 26-5* y 26-6* Consulte también la **Guía de programación del convertidor de frecuencia VLT® AQUA, MG200XY**

3 entradas analógicas	Nivel de señal de salida	Resolución	Linealidad	Carga máx.
Voltios	0-10 V CC	11 bits	1% de la escala completa	1 mA

Las salidas analógicas son escalables por parámetros para cada salida.

La función asignada es seleccionable mediante un parámetro y tiene las mismas opciones que las salidas analógicas de la tarjeta de control.

Para obtener una descripción más detallada de los parámetros, consulte la **Guía de programación del convertidor de frecuencia VLT® AQUA, MG200XY**

Reloj de tiempo real (RTC) con alimentación de respaldo.

El formato de los datos del RTC incluye año, mes, fecha, hora, minutos y día de la semana.

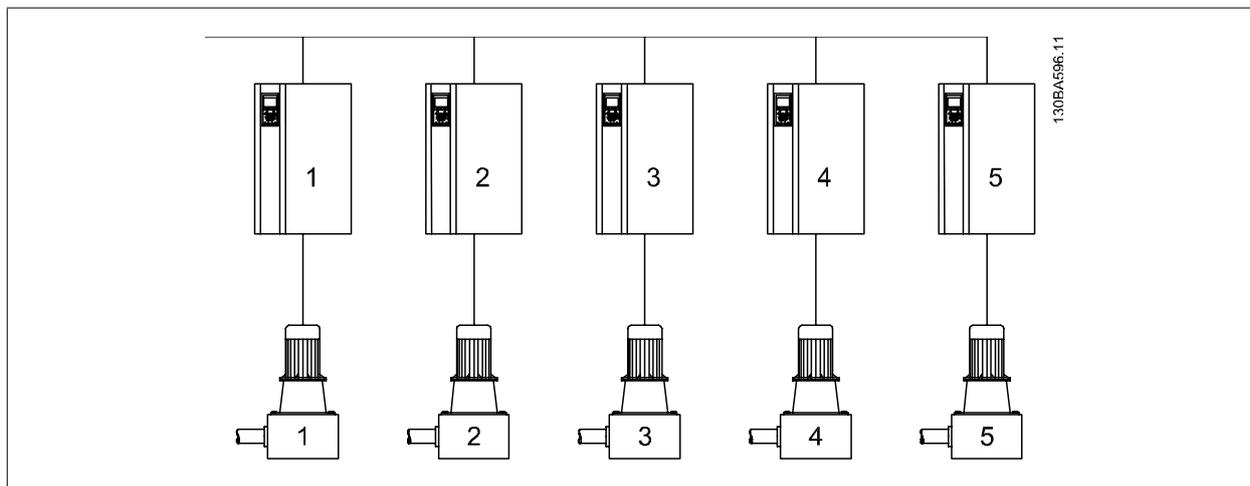
La precisión del reloj es mejor de ± 20 ppm a 25° C.

La batería de litio incorporada para respaldo dura por término medio un mínimo de 10 años, con el convertidor de frecuencia funcionando a temperatura ambiente de 40 °C. Si la batería auxiliar falla, debe cambiarse la opción de E/S analógica.

3.7.10. Introducción al Controlador en cascada ampliado MCO 101

La opción Controlador en cascada ampliado ofrece la posibilidad de controlar varias bombas configuradas en paralelo, de tal modo que parezcan una única bomba más grande.

Mediante el uso del Controlador en cascada ampliado, las bombas individuales se activan (conexión) y desactivan (desconexión) automáticamente según sea necesario para satisfacer la demanda de caudal o presión del sistema. La velocidad de las bombas conectadas a los convertidores VLT AQUA también se controlan para ofrecer un intervalo continuo de salida del sistema.



El controlador en cascada ampliado es un componente opcional de hardware y software que puede añadirse al convertidor VLT AQUA. Consta de una placa opcional con 3 relés, instalada en la ubicación de opción B del convertidor de frecuencia. Una vez instalada la opción, los parámetros necesarios para controlar las funciones del Controlador en cascada ampliado estarán disponibles a través del panel de control, en el grupo de parámetros 27-**. El Controlador en cascada ampliado ofrece más funciones que el controlador en cascada básico. Puede utilizarse para ampliar la Cascada básica con tres relés.

Aunque el Controlador en cascada está diseñado para aplicaciones de bombeo y este documento describe el controlador en dichos términos, también es posible su uso en cualquier aplicación que requiera varios motores configurados en paralelo.

3.7.11. Descripción general

El software del Controlador en cascada ampliado funciona en un convertidor VLT AQUA con la tarjeta de la opción Controlador en cascada ampliado instalada. Este convertidor de frecuencia se conoce como convertidor maestro. Controla un conjunto de bombas, cada una de ellas controlada por un convertidor VLT de Danfoss o conectadas directamente a la tensión de red a través de un contactor o a través de un arrancador suave.

Cada convertidor VLT adicional en el sistema se conoce como un convertidor seguidor. Estos convertidores no necesitan tener instalada la tarjeta de opción Controlador en cascada ampliado. Se accionan en modo de lazo abierto y reciben su velocidad de referencia del convertidor maestro. Las bombas conectadas a estos convertidores de frecuencia se denominan bombas de velocidad variable.

Cada bomba adicional conectada a la tensión de red a través de un contactor o un arrancador suave se conoce como una bomba de velocidad fija.

Cada bomba adicional conectada a la tensión de red a través de un contactor o un arrancador suave se conoce como una bomba de velocidad fija. El convertidor VLT AQUA con la tarjeta de opción Controlador en cascada ampliado instalada, cuenta con cinco relés disponibles para el control de las bombas. 2 relés estándar en el convertidor de frecuencia y 3 relés adicionales en la tarjeta opcional MCO 101.

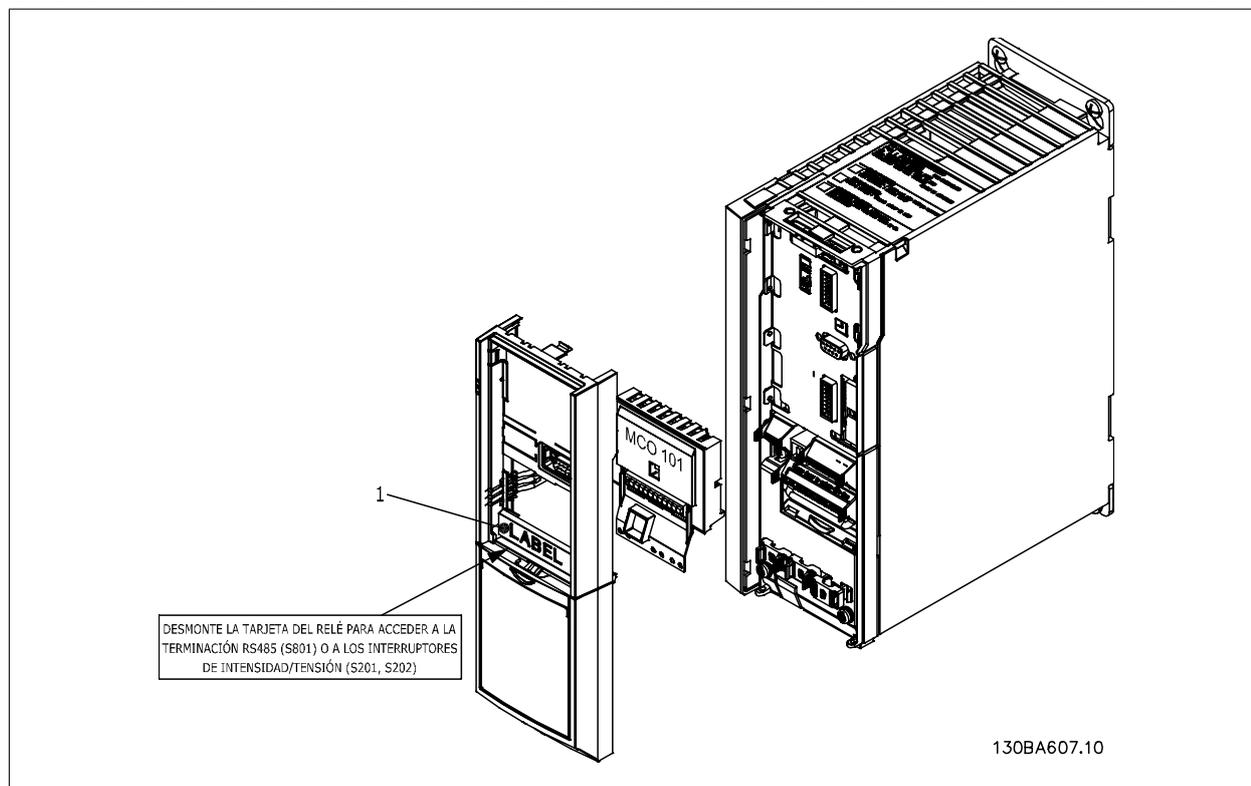
El Controlador en cascada ampliado es capaz de controlar una combinación de bombas de velocidad variable y de velocidad fija. Las posibles configuraciones se describen de forma más detallada en la siguiente sección. Para simplificar las descripciones del presente manual, presión y caudal se utilizarán para describir la salida variable del conjunto de bombas controlado por el controlador en cascada.

3.7.12. Controlador en cascada ampliado MCO 101

La opción MCO 101 incluye 3 piezas de contactos de conmutación y puede ajustarse en la ranura de opción B.

Datos eléctricos:

Carga de terminal máx. (CA)	240 V CA 2 A
Carga del terminal máx. (CC)	24 V CC 1 A
Carga mín. del terminal (CC)	5 V 10 mA
Frecuencia de conmutación máx. en carga nominal/carga mín.	6 min ⁻¹ /20 s ⁻¹



Advertencia sobre la alimentación doble



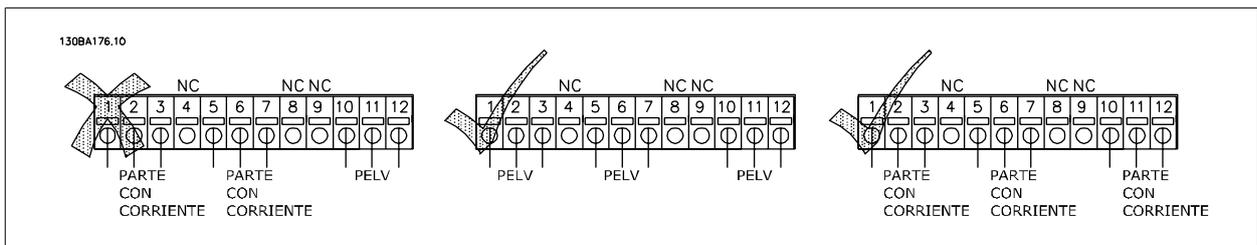
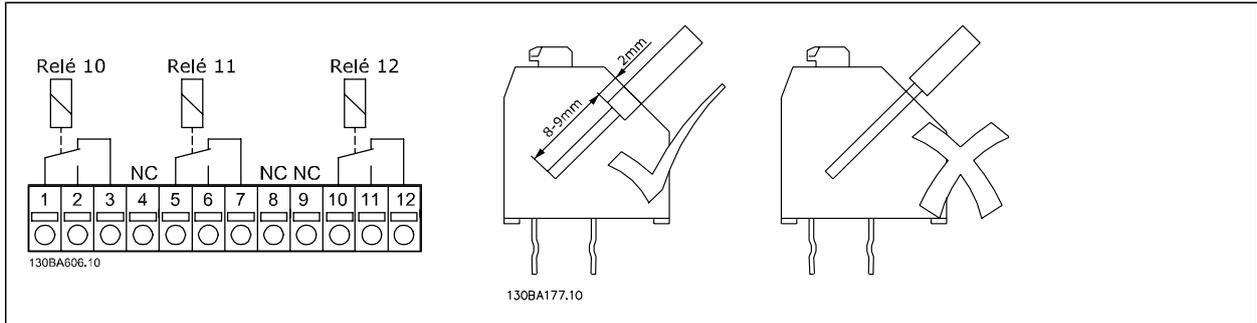
¡NOTA!

La etiqueta DEBE clicarse sobre el bastidor del LCP, tal como se indica (según las normas UL).

Cómo añadir la opción MCO 101:

- Debe desconectarse la alimentación del convertidor de frecuencia.
- Debe desconectarse la alimentación a las conexiones con corriente de los terminales de relé.
- Retire el LCP, la tapa de terminales y el soporte del FC 202.
- Coloque la opción MCO 101 en la ranura B.
- Conecte los cables de control y sujételos mediante las cinchas para cables suministradas.
- No debe mezclar sistemas diferentes.
- Ajuste el soporte ampliado y la tapa de terminales.
- Vuelva a colocar el LCP
- Conecte el convertidor de frecuencia a la alimentación.

Conexión de los terminales



No combine piezas de baja tensión con sistemas PELV.

3.7.13. Resistencias de freno

En aplicaciones en las que el motor se utiliza como freno, se genera energía en el motor y se devuelve al convertidor de frecuencia. Si la energía no puede ser transportada de nuevo al motor, se incrementará la tensión en la línea de CC del convertidor. En aplicaciones con frenados frecuentes y/o cargas de inercia elevada, este aumento puede producir una desconexión por sobretensión en el convertidor y, finalmente, una parada del sistema. Se utilizan resistencias de freno para disipar el exceso de energía resultante del frenado regenerativo. La resistencia se selecciona en base a su valor en ohmios, su tasa de disipación de energía y su tamaño físico. Danfoss ofrece una amplia variedad de resistencias distintas diseñadas especialmente para nuestros variadores. Los números de código se pueden hallar en la sección Cómo realizar un pedido.

3

3.7.14. Kit de montaje remoto para el LCP

El Panel de control local se puede llevar al frontal de un armario utilizando el kit de montaje remoto. El armario es el IP65. Los tornillos deben apretarse con un par máximo de 1 Nm.

Datos técnicos	
Armario:	IP 65 delantero
Longitud máx. de cable entre el VLT y la unidad:	3 m
Estándar de comunicaciones:	RS 485

Nº de pedido 130B1113

130B113B.10

Ilustración 3.24: Kit LCP con LCP gráfico, sujeciones, cable de 3 m y junta.

Nº de pedido 130B1114

130B114B.10

Ilustración 3.25: Kit LCP con LCP numérico, sujeciones y junta.

También está disponible el kit LCP sin LCP. Número de pedido: 130B1117

64,5 ± 1 mm
(2.54 ± 0.04 in)

Max. R2(0.08)

129,5 ± 1 mm
(5.1 ± 0.04 in)

Desconexión del panel

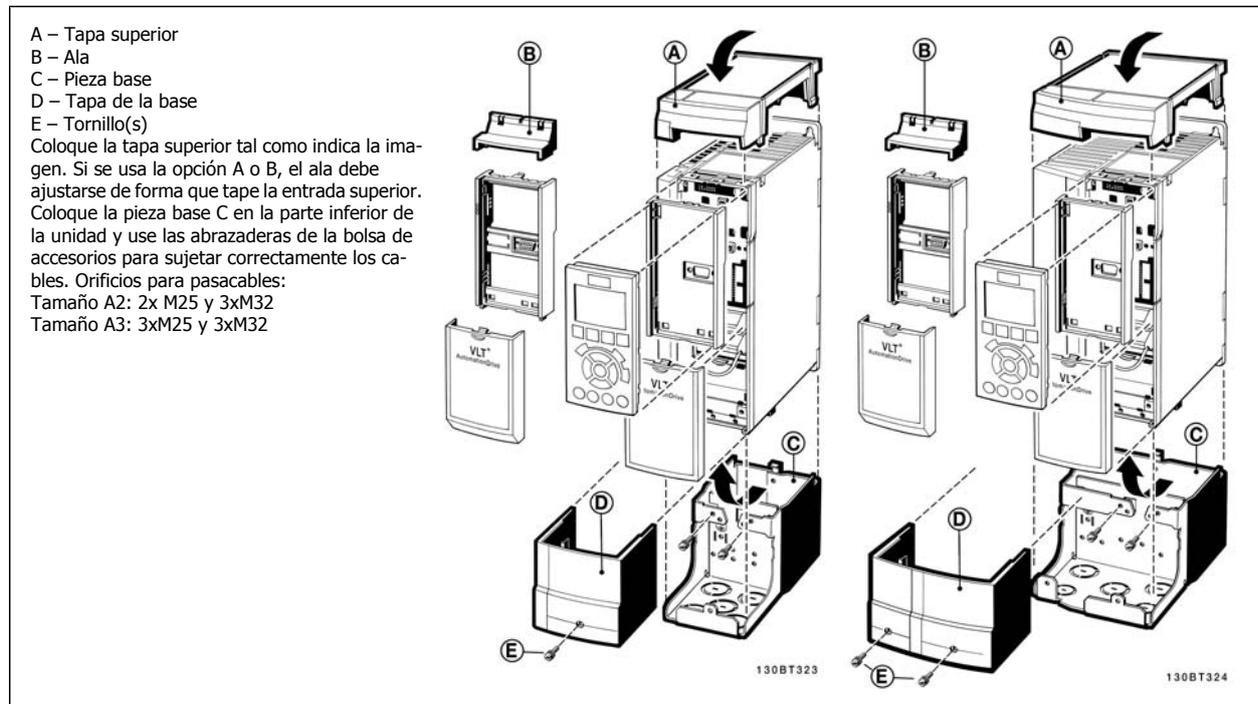
Mín. 72(2.8)

130B113B.10

3.7.15. Kit de protección IP 21/IP 4X/ TIPO 1

IP 20/IP 4X parte superior/ TIPO 1 es una protección opcional disponible para las unidades compactas IP 20, tamaño de protección A2-A3 hasta 7,5 kW. Si se utiliza el kit de protección, una unidad IP 20 sube a la categoría de protección IP 21/ 4X parte superior/TIPO 1.

La protección IP 4X top puede aplicarse a todas las variantes estándar IP 20 del VLT AQUA.



3

3.7.16. Filtros de salida

La conmutación de alta frecuencia del convertidor produce algunos efectos secundarios que influyen en el motor y en el entorno circundante. Estos efectos secundarios son tratados por dos tipos de filtros diferentes, el filtro du/dt y el filtro de onda senoidal.

Filtros du/dt

La fatiga del aislamiento del motor está a menudo causada por la combinación de incremento rápido de tensión e intensidad. Los cambios rápidos en la energía pueden también reflejarse en la línea de CC del convertidor, y causar su apagado. El filtro du/dt está diseñado para reducir el tiempo de incremento de tensión / el cambio rápido de energía en el motor, y mediante dicha intervención evitar el envejecimiento prematuro y las descargas eléctricas en el aislamiento del motor. Los filtros du/dt tienen una positiva influencia en la radiación de ruido magnético en el cable que conecta el convertidor al motor. La forma de la onda de tensión sigue teniendo forma de pulsos, pero la velocidad de variación du/dt se reduce en comparación con la instalación sin filtro.

Filtros senoidales

Los filtros senoidales están diseñados para dejar pasar sólo las bajas frecuencias. Las frecuencias altas son, por lo tanto, derivadas, lo que da como resultado una forma de onda de tensión sinusoidal de fase a fase, y formas de ondas de corriente sinusoidales.

Con las formas de onda sinusoidales, ya no es necesario el uso de motores especiales para convertidores de frecuencia con aislamiento reforzado. El ruido acústico del motor también resulta amortiguado como consecuencia de la condición de onda.

Además de las funciones del filtro du/dt, el filtro de onda senoidal reduce la fatiga del aislamiento y las corrientes en los rodamientos del motor, lo que da como resultado una vida más larga del motor e intervalos de mantenimiento más espaciados. Los filtros de onda senoidal permiten el uso de cables de motor más largos en aplicaciones en que éste está instalado lejos del convertidor de frecuencia. Desafortunadamente, la longitud está limitada porque el filtro no reduce las corrientes de fuga en los cables.

4. Cómo realizar un pedido

4.1. Formulario de pedido

4.1.1. Configurador de convertidores de frecuencia

Es posible diseñar un convertidor de frecuencia VLT AQUA de acuerdo a las necesidades de la aplicación, mediante el uso del sistema de números de pedido.

Para el convertidor VLT AQUA puede pedir convertidores estándar y convertidores con opciones integrales enviando una cadena de código describiendo el producto a la oficina local de ventas de Danfoss, por ejemplo:

FC-202P18KT4E21H1XGCXXXSXXXAGBKCXXXDX

El significado de los caracteres de la cadena puede encontrarse en las páginas que contienen los números de pedido, en el capítulo *Cómo seleccionar su VLT*. En el ejemplo anterior, se incluyen en la unidad una opción Profibus LON Works y una opción de E/S de propósito general.

Los números de pedido para las variantes estándar del convertidor VLT AQUA pueden localizarse también en el capítulo *Cómo seleccionar su VLT*.

Puede utilizar el configurador de convertidores de frecuencia, disponible en Internet, para realizar la configuración apropiada para su aplicación y generar el código descriptivo. El configurador de convertidores de frecuencia generará automáticamente un número de ventas de ocho dígitos para su envío a la oficina de ventas local.

Además, usted puede establecer una lista de proyectos con varios productos y enviársela a un representante de ventas de Danfoss.

El configurador de convertidores puede encontrarse en el sitio de Internet: www.danfoss.com/drives.

4.2. Números de pedido

4.2.1. Números de pedido: Opciones y accesorios

Tipo	Descripción	Nº de pedido	
Hardware diverso			
Conector del enlace de CC	Bloque de terminales para la conexión del enlace CC en bastidor de tamaño A2/A3.	130B1064	
Kit IP 21/4X top/TIPO 1	Protección, formato tamaño A2: IP21/IP 4X Top/TIPO 1	130B1122	
Kit IP 21/4X top/TIPO 1	Protección, formato tamaño A3: IP21/IP 4X Top/TIPO 1	130B1123	
Profibus D-Sub 9	Kit de conector para IP20	130B1112	
Kit de entrada superior Profibus	Kit de entrada superior para la conexión Profibus, sólo protecciones A	130B0524 ¹⁾	
Bloques de terminales	Bloques de terminales con tornillo para sustituir a terminales de muelle 1 conector de 10 contactos, 1 de 6 y 1 de 3	130B1116	
Placa trasera	Armario IP21 / NEMA 1 con cubierta superior A2	130B1132	
Placa trasera	Armario IP21 / NEMA 1 con cubierta superior A3	130B1133	
Placa trasera	A5 IP55 / NEMA TIPO 12	130B1098	
Placa trasera	B1 IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3383	
Placa trasera	B2 IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3397	
Placa trasera	C1 IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3910	
Placa trasera	C2 IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3911	
Placa trasera	A5 IP66 / NEMA 4x	130B3242	
Placa trasera	B1 IP66 / NEMA 4x	130B3434	
Placa trasera	B2 IP66 / NEMA 4x	130B3465	
Placa trasera	C1 IP66 / NEMA 4x	130B3468	
Placa trasera	C2 IP66 / NEMA 4x	130B3491	
LCP			
LCP 101	Panel numérico de control local (NLCP)	130B1124	
LCP 102	Panel gráfico de control local (GLCP)	130B1107	
Cable del LCP	Cable LCP individual, 3 m	17520929	
Kit LCP	Kit de instalación del panel, formado por el LCP gráfico, las sujeciones, un cable de 3 m y la junta.	130B1113	
Kit LCP	Kit de instalación del panel, incluyendo LCP numérico, sujeciones y junta	130B1114	
Kit LCP	Kit de instalación del panel para todos los LCP, que incluye las sujeciones, un cable de 3 m y la junta.	130B1117	
Opciones para ranura A sin revestimiento/con revestimiento		Sin revestimiento	Con revestimiento
MCA 101	Opción Profibus DP V0/V1	130B1100	130B1200
MCA 104	Opción DeviceNet	130B1102	130B1202
MCA 108	LON works	130B1106	130B1206
Opciones para ranura B			
MCB 101	Opción de Entrada/Salida de propósito general	130B1125	
MCB 105	Opción de relé	130B1110	
MCB 109	Opción de E/S analógica	130B1143	130B1243
MCO 101	Controlador en cascada ampliado	130B1118	130B1218
Opción para ranura C			
MCO 102	Control en cascada avanzado	130B1154	130B1254
Opción para ranura D			
MCB 107	Alimentación auxiliar de 24 V CC	130B1108	130B1208
Opciones externas			
Ethernet IP	Ethernet maestro	175N2584	
Repuestos			
Placa de control de convertidor VLT AQUA	Con función de parada de seguridad	130B1150	
Placa de control de convertidor VLT AQUA	Sin función de parada de seguridad	130B1151	
Ventilador A2	Ventilador, bastidor tamaño A2	130B1009	
Ventilador A3	Ventilador, bastidor tamaño A3	130B1010	
Ventilador A5	Ventilador, bastidor tamaño A3	130B1017	
Ventilador B1	Ventilador externo, bastidor tamaño B1	130B1013	
Ventilador B2	Ventilador externo bastidor tamaño B2	130B1015	
Ventilador C1	Ventilador externo, bastidor tamaño C1	130B3865	
Ventilador C2	Ventilador externo, bastidor tamaño C2	130B3867	
Bolsa de accesorios A2	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño A2	130B0509	
Bolsa de accesorios A3	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño A3	130B0510	
Bolsa de accesorios A5	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño A5	130B1023	
Bolsa de accesorios B1	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño B1	130B2060	
Bolsa de accesorios B2	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño B2	130B2061	
Bolsa de accesorios C1	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño C1	130B0046	
Bolsa de accesorios C2	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño C2	130B0047	
1) sólo IP21 / > 11 kW			

Las opciones se pueden pedir como opciones integradas de fábrica. Consulte la información sobre pedidos.

Para obtener información sobre el bus de campo y la compatibilidad de opciones de aplicaciones con versiones de software anteriores, póngase en contacto con el distribuidor de Danfoss.

4.2.2. Números de pedido: filtros de armónicos

Los filtros de armónicos se utilizan para reducir los armónicos de red.

- AHF 010: distorsión de corriente del 10%
- AHF 005: distorsión de corriente del 5%

380-415 V, 50 Hz

I _{AHF,N}	Motor utilizado normalmente [kW]	Número de pedido de Danfoss		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
10 A	1.1 - 4	175G6600	175G6622	P1K1, P4K0
19 A	5.5 - 7.5	175G6601	175G6623	P5K5 - P7K5
26 A	11	175G6602	175G6624	P11K
35 A	15 - 18.5	175G6603	175G6625	P15K - P18K
43 A	22	175G6604	175G6626	P22K
72 A	30 - 37	175G6605	175G6627	P30K - P37K
101A	45 - 55	175G6606	175G6628	P45K - P55K
144 A	75	175G6607	175G6629	P75K
180 A	90	175G6608	175G6630	P90K
217 A	110	175G6609	175G6631	P110
289 A	132 - 160	175G6610	175G6632	P132 - P160
324 A		175G6611	175G6633	
370 A	200	175G6688	175G6691	P200
434 A	250	2x 175G6609	2x 175G6631	P250
578 A	315	2x 175G6610	2x 175G6632	P315
613 A	350	175G6610 + 175G6611	175G6632 + 175G6633	P350

440-480 V, 60 Hz

I _{AHF,N}	Motor utilizado normalmente [CV]	Número de pedido de Danfoss		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
19 A	7.5 - 15	175G6612	175G6634	P7K5 - P11K
26 A	20	175G6613	175G6635	P15K
35 A	25 - 30	175G6614	175G6636	P18K, P22K
43 A	40	175G6615	175G6637	P30K
72 A	50 - 60	175G6616	175G6638	P30K - P37K
101A	75	175G6617	175G6639	P45K - P55K
144 A	100 - 125	175G6618	175G6640	P75K - P90K
180 A	150	175G6619	175G6641	P110
217 A	200	175G6620	175G6642	P132
289 A	250	175G6621	175G6643	P160
324 A	300	175G6689	175G6692	P200
370 A	350	175G6690	175G6693	P250
506 A	450	175G6620 + 175G6621	175G6642 + 175G6643	P315
578 A	500	2x 175G6621	2x 175G6643	P355

La correspondencia entre el convertidor de frecuencia y el filtro se ha calculado previamente en base a 400 V/480 V, con una carga típica del motor (4 polos) y un par del 110%.

500-525 V, 50 Hz

I _{AHF,N}	Motor utilizado normalmente [kW]	Número de pedido de Danfoss		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
10 A	1.1 - 5.5	175G6644	175G6656	P4K0 - P5K5
19 A	7.5 - 11	175G6645	175G6657	P7K5

690 V, 50 Hz

I _{AHF,N}	Motor utilizado normalmente [kW]	Número de pedido de Danfoss		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
144 A	110, 132	130B2333	130B2298	P110
180 A	160	130B2334	130B2299	P132
217 A	200	130B2335	130B2300	P160
289 A	250	130B2331+2333	130B2301	P200
324 A	315	130B2333+2334	130B2302	P250
370 A	400	130B2334+2335	130B2304	P315

4.2.3. Números de pedido:módulos de filtro de onda senoidal, 200-500 VCA

Alimentación de red 3 x 200 a 500 V			Frecuencia de conmutación mínima	Frecuencia de salida máxima	Código IP20	Código IP00	Intensidad filtrada nominal a 50 Hz
Tamaño del convertidor de frecuencia							
200-240 V	380-440 V	440-500 V					
PK25	PK37	PK37	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
PK37	PK55	PK55	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
	PK75	PK75	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
PK55	P1K1	P1K1	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4,5 A
	P1K5	P1K5	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4,5 A
PK75	P2K2	P2K2	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K1	P3K0	P3K0	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K5			5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
	P4K0	P4K0	5 kHz	120 Hz	130B2444	130B2409	10 A
P2K2	P5K5	P5K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P3K0	P7K5	P7K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P4K0			5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P5K5	P11K	P11K	4 kHz	60 Hz	130B2447	130B2412	24 A
P7K5	P15K	P15K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
	P18K	P18K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
P11K	P22K	P22K	4 kHz	60 Hz	130B2307	130B2281	48 A
P15K	P30K	P30K	3 kHz	60 Hz	130B2308	130B2282	62 A
P18K	P37K	P37K	3 kHz	60 Hz	130B2309	130B2283	75 A
P22K	P45K	P55K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P30K	P55K	P75K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P37K	P75K	P90K	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
P45K	P90K	P110	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
	P110	P132	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P132	P160	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P160	P200	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P200	P250	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P250	P315	3 kHz	60 Hz	130B2314	130B2288	480 A
	P315	P355	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P355	P400	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P400	P450	2 kHz	60 Hz	130B2316	130B2290	750 A
	P450	P500	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P500	P560	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P560	P630	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1.200 A
	P630	P710	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1.200 A



¡NOTA!

Cuando se utilicen filtros senoidales, la frecuencia de conmutación, en el par. 14-01, *Frecuencia de conmutación*, deberá cumplir con las especificaciones del filtro .

4.2.4. Números de pedido: filtros du/dt, 380-480 VCA

Alimentación de red 3x380 a 3x480 V

Tamaño del convertidor de frecuencia		Frecuencia de conmutación mínima	Frecuencia de salida máxima	Código IP20	Código IP00	Intensidad nominal del filtro a 50 Hz
380-440V	441-480V					
11 kW	11 kW	4 kHz	60 Hz	130B2396	130B2385	24 A
15 kW	15 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
18.5 kW	18.5 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
22 kW	22 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
30 kW	30 kW	3 kHz	60 Hz	130B2398	130B2387	75 A
37 kW	37 kW	3 kHz	60 Hz	130B2398	130B2387	75 A
45 kW	55 kW	3 kHz	60 Hz	130B2399	130B2388	110 A
55 kW	75 kW	3 kHz	60 Hz	130B2399	130B2388	110 A
75 kW	90 kW	3 kHz	60 Hz	130B2400	130B2389	182 A
90 kW	110 kW	3 kHz	60 Hz	130B2400	130B2389	182 A
110 kW	132 kW	3 kHz	60 Hz	130B2401	130B2390	280 A
132 kW	160 kW	3 kHz	60 Hz	130B2401	130B2390	280 A
160 kW	200 kW	3 kHz	60 Hz	130B2402	130B2391	400 A
200 kW	250 kW	3 kHz	60 Hz	130B2402	130B2391	400 A
250 kW	315 kW	3 kHz	60 Hz	130B2277	130B2275	500 A
315 kW	355 kW	2 kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
355 kW	400 kW	2 kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
400 kW	450 kW	2 kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
450 kW	500 kW	2 kHz	60 Hz	130B2405	130B2393	910 A
500 kW	560 kW	2 kHz	60 Hz	130B2405	130B2393	910 A
560 kW	630 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
630 kW	710 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
710 kW	800 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
800 kW	1000 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
1000 kW	1100 kW	2 kHz	60 Hz	130B2410	130B2395	2300 A

5. Instrucciones de montaje

5.1. Instalación mecánica

5.1.1. Bolsa de accesorios

Busque las siguientes piezas incluidas en la bolsa de accesorios del FC 100/200/300.

130BT309.11

Tamaños de bastidor A1, A2 y A3
IP20 / Chasis

130BT339.10

Tamaño de bastidor A5
IP 55 / Tipo 12

130BT330.11

Tamaños de bastidor B1 y B2
IP21/IP55/Tipo 1/Tipo 12

130BA406.10

Tamaños de bastidor C1 y C2
IP55/66/Tipo 1/Tipo 12

1 + 2 sólo disponibles en unidades con chopper de frenado. Sólo se incluye un conector de relé para los convertidores FC 101/202/301. Para la conexión del enlace de CC (carga compartida), se puede pedir por separado el conector 1 (número de código 130B1064)
Se incluye un conector de ocho polos en la bolsa de accesorios para el FC 301 sin parada de seguridad.

5.1.2. Montaje mecánico

1. Realice las perforaciones de acuerdo con las medidas indicadas.
2. Debe contar con tornillos adecuados a la superficie en la que desea montar el convertidor de frecuencia. Apriete los cuatro tornillos.

El convertidor de frecuencia permite la instalación lado a lado.

Debe instalarse siempre en una pared sólida.

Protección	Espacio libre (mm)
A2	
A3	100
A5	
B1	
B2	200
B3	200
B4	200
C1	200
C2	225
C3	200
C4	225

Tabla 5.1: Espacio libre de ventilación requerido por encima y por debajo del convertidor de frecuencia

5.1.3. Requisitos de seguridad de la instalación mecánica



Preste atención a los requisitos relativos a la integración y al kit de montaje en el lugar de instalación. Observe la información facilitada en la lista para evitar daños o lesiones graves, especialmente al instalar unidades grandes.

El convertidor de frecuencia se refrigera mediante circulación de aire.

Para evitar que el convertidor de frecuencia se sobrecaliente, compruebe que la temperatura ambiente *no supera la temperatura máxima indicada para el convertidor de frecuencia* y que *no se supera* la temperatura media para 24 horas. Localice la temperatura máxima y el promedio para 24 horas en el párrafo *Reducción de potencia por temperatura ambiente*.

Si la temperatura ambiente está dentro del rango 45 °C - 55 °C, la reducción de la potencia del convertidor de frecuencia será relevante; consulte *Reducción de potencia por temperatura ambiente*.

La vida útil del convertidor de frecuencia se reducirá si no se tiene en cuenta la reducción de potencia en función de la temperatura ambiente.

5.1.4. Instalación de campo

Para la instalación de campo se recomiendan los kits IP 21/IP 4X top/TIPO 1 o las unidades IP 54/55 (en proyecto).

5.2. Instalación eléctrica

5.2.1. Cables en general



¡NOTA!

Cables en general

Respete siempre las normas nacionales y locales con respecto a las secciones de los cables.

Detalles de pares de apriete de los terminales.

Protección	Potencia (kW)			Par (Nm)					
	200-240 V	380-480 V	525-690 V	Línea	Motor	Conexión de CC	Freno	Tierra	Relé
A2	0.25 - 3.0	0.37 - 4.0	1.1 - 4.0	1.8	1.8	1.8	1.8	3	0.6
A3	3.7	5.5 - 7.5	5.5 - 7.5	1.8	1.8	1.8	1.8	3	0.6
A5	0.25 - 3.7	0.37 - 7.5	1.1 - 7.5	1.8	1.8	1.8	1.8	3	0.6
B1	5.5 - 11	11 - 18	-	1.8	1.8	1.5	1.5	3	0.6
B2	- 15	22 30	-	2.5 4.5	2.5 4.5	3.7 3.7	3.7 3.7	3 3	0.6 0.6
C1	18.5 - 30	37 - 55	-	10	10	10	10	3	0.6
C2	37 - 45	75 90	-	14 24	14 24	14 14	14 14	3 3	0.6 0.6
D1/D3	-	110 132	110 132	19 19	19 19	9.6 9.6	9.6 9.6	19	0.6
D2/D4	-	160-250	160-315	19	19	9.6	9.6	19	0.6
E1/E2	-	315-450	355-560	19	19	9.6	9.6	19	0.6

Tabla 5.2: Apriete de los terminales.

5.2.2. Eliminación de troqueles para cables adicionales

1. Retire la entrada de cable del convertidor de frecuencia (al quitar los troqueles, evite que caigan piezas externas dentro del convertidor de frecuencia).
2. La entrada de cable debe estar sujeta alrededor del troquel que desee retirar.
3. Ahora puede retirar el troquel con un mandril robusto y un martillo.
4. Elimine las rebabas del orificio.
5. Monte la entrada de cable en el convertidor de frecuencia.

5.2.3. Conexión a la red de alimentación y puesta a tierra



¡NOTA!

Se puede desmontar el conector de potencia.

1. Asegúrese de que el convertidor de frecuencia esté bien conectado a tierra. Conecte a la conexión a tierra (terminal 95). Utilice un tornillo de la bolsa de accesorios.
2. Coloque los conectores 91, 92 y 93 de la bolsa de accesorios en los terminales indicados como MAINS en la parte inferior del convertidor de frecuencia.
3. Conecte los cables de alimentación de red al conector de alimentación de red.



La sección del cable de conexión a tierra debe ser, como mínimo, de 10 mm² o se utilizarán 2 cables de especificación nominal terminados por separado conformes a EN 50178.

La conexión de red se encaja en el interruptor principal si está incluido.



¡NOTA!

Compruebe que la tensión de red se corresponda con la tensión de red de la placa de características del convertidor de frecuencia.

5



Red de alimentación IT

No conecte nunca un convertidor de frecuencia de 400 V con filtros RFI a una red de alimentación que tenga más de 440 V entre fase y tierra.

Para redes de alimentación IT y tierra en triángulo (con conexión a tierra), la tensión de red puede sobrepasar los 440 V entre fase y tierra.

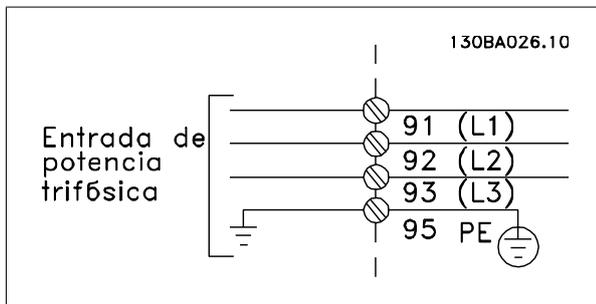


Ilustración 5.1: Terminales para la red de alimentación y la toma de tierra.

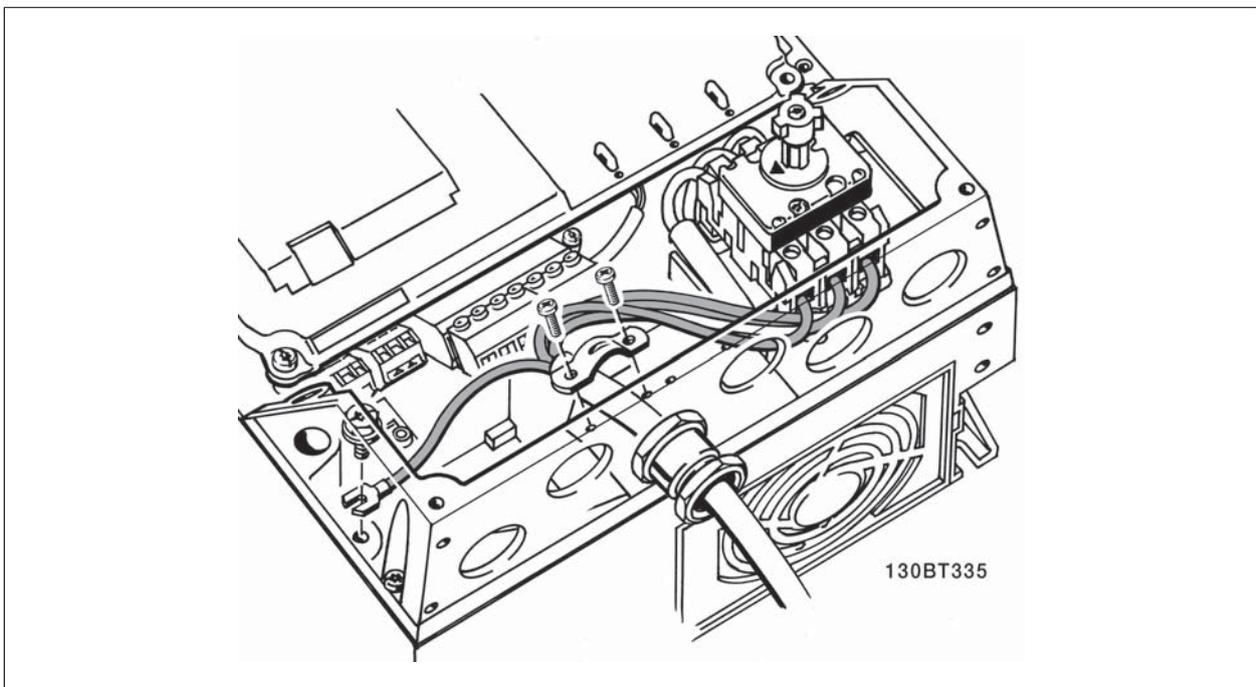


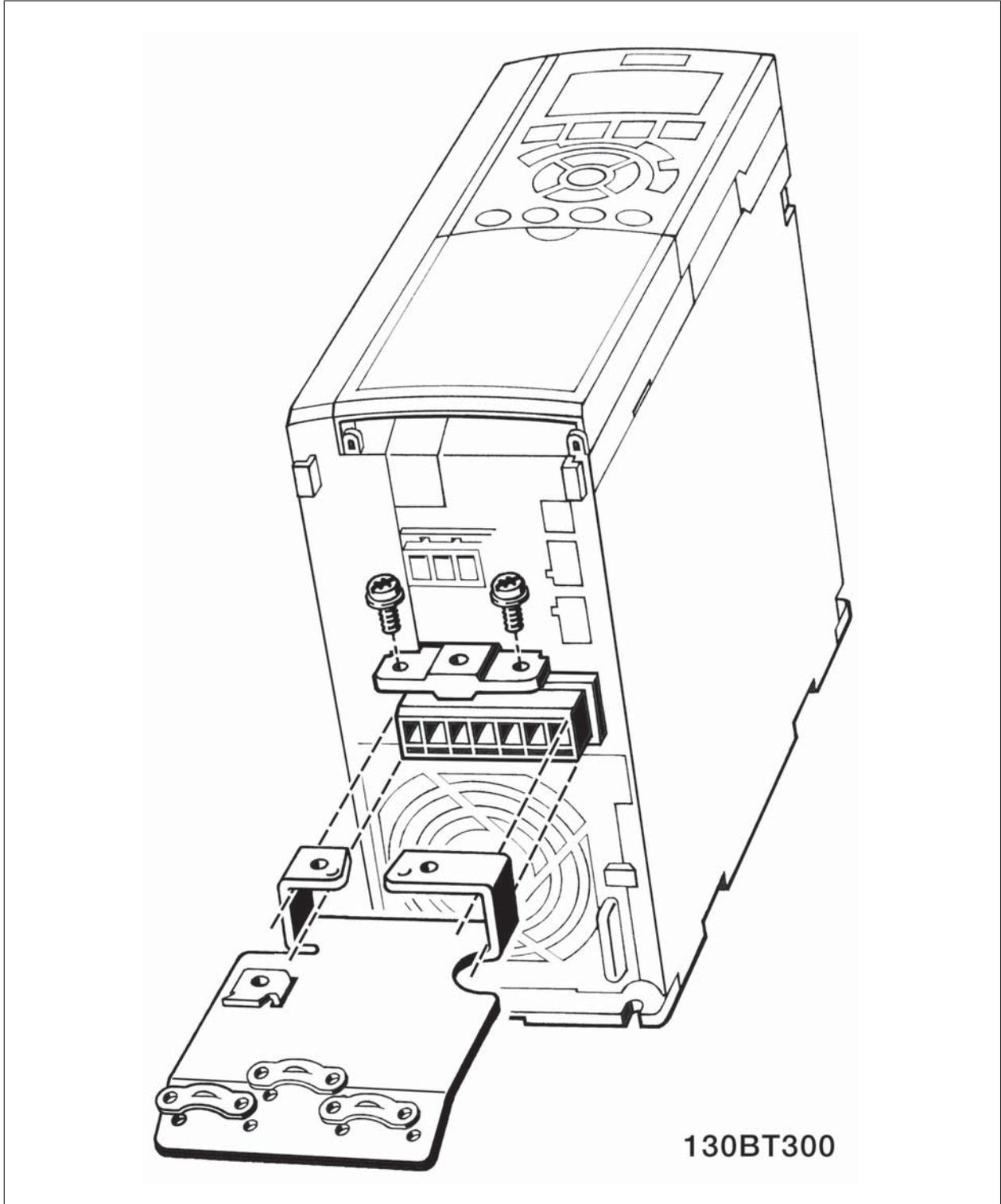
Ilustración 5.2: Cómo realizar la conexión a la red de alimentación y a tierra con desconector (protección A5).

5.2.4. Conexión del motor



¡NOTA!

El cable del motor debe estar apantallado/blindado. Si se utiliza un cable no apantallado/blindado, no se cumplirán algunos requisitos EMC. Para obtener más información, consulte *Especificaciones de EMC*.

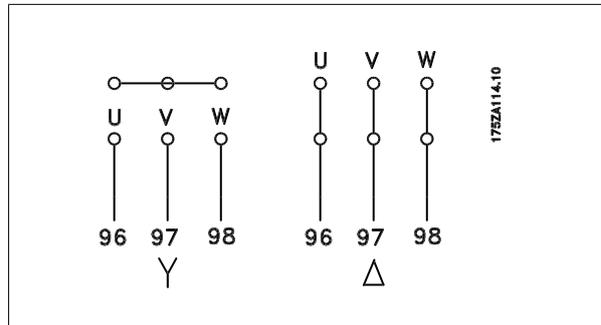


5

Ilustración 5.3: Montaje de la placa de conexión de pantallas

1. Fije la placa de conexión de pantallas al fondo del convertidor de frecuencia con los tornillos y arandelas de la bolsa de accesorios.
2. Conecte el cable del motor a los terminales 96 (U), 97 (V) y 98 (W).
3. Conecte el conector de tierra (terminal 99) de la placa de desacoplamiento con los tornillos de la bolsa de accesorios.
4. Introduzca los terminales 96 (U), 97 (V), 98 (W) y el cable de motor en los terminales etiquetados como MOTOR.
5. Fije el cable apantallado a la placa de desacoplamiento con los tornillos y arandelas de la bolsa de accesorios.

Es posible conectar al convertidor de frecuencia cualquier tipo de motor asíncrono trifásico estándar. Normalmente, los motores pequeños se conectan en estrella (230/400 V, D/Y). Los motores de gran tamaño se conectan en triángulo (400/600 V, D/Y). Consulte la placa de características del motor para utilizar el modo de conexión y la tensión adecuados.



¡NOTA!

Para los motores sin papel de aislamiento de fase o cualquier otro refuerzo de aislamiento adecuado para su funcionamiento con suministro de tensión (como un convertidor de frecuencia), coloque un Filtro de onda senoidal en la salida del convertidor de frecuencia.

No.	96	97	98	Tensión del motor 0-100% de la tensión de alimentación.
	U	V	W	3 cables que salen del motor
	U1	V1	W1	6 cables que salen del motor, conectados en triángulo
	W2	U2	V2	
	U1	V1	W1	6 cables que salen del motor, conectados en estrella
				U2, V2 y W2 deben interconectarse de forma independiente (bloque de terminal opcional)
No.	99			Conexión a tierra
	PE			

5.2.5. Cables de motor

Consulte en la sección *Especificaciones generales* las dimensiones correctas de sección y longitud del cable de motor.

- Utilice un cable de motor apantallado/blindado para cumplir con las especificaciones de emisión EMC.
- Mantenga el cable del motor tan corto como sea posible para reducir el nivel del ruido y las corrientes de fuga.
- Conecte la pantalla del cable de motor a la placa de desacoplamiento del convertidor de frecuencia y al chasis metálico del motor.
- Realice las conexiones del apantallamiento con la mayor superficie posible (abrazadera para cable). Para ello, utilice los dispositivos de instalación suministrados con el convertidor de frecuencia.
- Evite el montaje con los extremos del apantallamiento retorcidos (en espiral), ya que se anularían los efectos de apantallamiento de alta frecuencia.
- Si resulta necesario romper el apantallamiento para instalar aisladores o relés de motor, el apantallamiento debe tener la menor impedancia de HF posible.

5.2.6. Instalación eléctrica de cables de motores

Apantallamiento de los cables

Evite la instalación con los extremos de los cables retorcidos (espirales). Eliminan el efecto de apantallamiento a frecuencias elevadas.

Si necesita interrumpir el apantallamiento para instalar un aislante del motor o un contactor del motor, el apantallamiento debe continuarse con la menor impedancia de AF posible.

Longitud y sección transversal del cable

Las pruebas efectuadas en el convertidor de frecuencia se han realizado con una longitud y una sección de cable determinadas. Si se utiliza una sección de cable de mayor tamaño, puede aumentar la capacitancia (y, por tanto, la corriente de fuga) del cable, por lo que su longitud debe reducirse proporcionalmente.

Frecuencia de conmutación

Si los convertidores de frecuencia se utilizan con filtros de onda senoidal para reducir el ruido acústico de un motor, la frecuencia de conmutación debe ajustarse según la instrucción del filtro de onda senoidal en el *par. 14-01*.

Conductores de aluminio

No se recomienda el uso de conductores de aluminio. Los terminales pueden aceptar conductores de aluminio, pero es necesario que la superficie del conductor esté limpia, y debe eliminarse cualquier resto de óxido y aislarse con vaselina sin ácidos neutros antes de conectar el conductor.

Además, el tornillo del terminal debe apretarse de nuevo al cabo de dos días debido a la poca dureza del aluminio. Es sumamente importante que la conexión sea impermeable a gases; de lo contrario, la superficie de aluminio volvería a oxidarse.

5.2.7. Fusibles

Protección del ramal del circuito:

Para proteger la instalación de peligros relacionados con la electricidad e incendios, todos los circuitos de red de una instalación, aparatos de conexión, máquinas, etc., deben estar protegidos de cortocircuitos y sobreintensidades conforme a la normativa nacional e internacional.

Protección ante cortocircuitos:

Debe proteger el convertidor de frecuencia frente a cortocircuitos para evitar que se produzcan accidentes eléctricos o incendios. Danfoss recomienda utilizar los fusibles que se indican en las tablas 5.3 y 5.4 para proteger al personal de servicio y a otros equipos en caso de que se produzca un fallo interno de la unidad. El convertidor de frecuencia proporciona una protección total frente a cortocircuitos en la salida del motor.

Protección contra sobreintensidad:

Utilice algún tipo de protección contra sobrecargas para evitar el peligro de incendio debido al recalentamiento de los cables en la instalación. La protección frente a sobreintensidad deberá atenerse a la normativa nacional. El convertidor de frecuencia va equipado de una protección interna frente a sobreintensidad que puede utilizarse como protección frente a sobrecargas para las líneas de alimentación (aplicaciones UL excluidas). Véase el *par. 4-18*. Los fusibles deben estar diseñados para aportar protección en un circuito capaz de suministrar un máximo de 100,000 A_{rms} (simétrico), 500/600 V máx.

No conformidad con UL

Si no es necesario cumplir las normas UL/cUL, Danfoss recomienda utilizar los fusibles que se indican en la tabla 5.2, que garantizan el cumplimiento de la norma EN50178:

En caso de mal funcionamiento, el hecho de no seguir esta recomendación podría ocasionar daños al convertidor de frecuencia.

VLT AQUA	Tamaño máx. de fusible	Tensión	Tipo
200-240 V			
K25-1K1	16A ¹	200-240 V	tipo gG
1K5	16A ¹	200-240 V	tipo gG
2K2	25A ¹	200-240 V	tipo gG
3K0	25A ¹	200-240 V	tipo gG
3K7	35A ¹	200-240 V	tipo gG
5K5	50A ¹	200-240 V	tipo gG
7K5	63A ¹	200-240 V	tipo gG
11K	63A ¹	200-240 V	tipo gG
15K	80A ¹	200-240 V	tipo gG
18K5	125A ¹	200-240 V	tipo gG
22K	125A ¹	200-240 V	tipo gG
30K	160A ¹	200-240 V	tipo gG
37K	200A ¹	200-240 V	tipo aR
45K	250A ¹	200-240 V	tipo aR
380-500 V			
11K	63A ¹	380-480 V	tipo gG
15K	63A ¹	380-480 V	tipo gG
18K	63A ¹	380-480 V	tipo gG
22K	63A ¹	380-480 V	tipo gG
30K	80A ¹	380-480 V	tipo gG
37K	100A ¹	380-480 V	tipo gG
45K	125A ¹	380-480 V	tipo gG
55K	160A ¹	380-480 V	tipo gG
75K	250A ¹	380-480 V	tipo aR
90K	250A ¹	380-480 V	tipo aR

Tabla 5.3: Fusibles no UL para 200 V a 500 V

1) Tamaño máx. de fusible. Consulte las normativas nacionales e internacionales para seleccionar el tamaño de fusible aplicable.

Conformidad con UL

VLT AQUA	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littel fuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
200-240 V							
kW	Tipo RK1	Tipo J	Tipo T	Tipo RK1	Tipo RK1	Tipo CC	Tipo RK1
K25-1K1	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	5017906-010	KLN-R10	ATM-R10	A2K-10R
1K5	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	5017906-015	KLN-R15	ATM-R15	A2K-15R
2K2	KTN-R20	JKS-20	JJN-20	5012406-020	KLN-R20	ATM-R20	A2K-20R
3K0	KTN-R25	JKS-25	JJN-25	5012406-025	KLN-R25	ATM-R25	A2K-25R
3K7	KTN-R30	JKS-30	JJN-30	5012406-030	KLN-R30	ATM-R30	A2K-30R
5K5	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	5012406-050	KLN-R50	-	A2K-50R
7K5	KTN-R50	JKS-60	JJN-60	5012406-050	KLN-R60	-	A2K-50R
11K	KTN-R60	JKS-60	JJN-60	5014006-063	KLN-R60	-	A2K-60R
15K	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	5014006-080	KLN-R80	-	A2K-80R
18K5	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125	-	A2K-125R
22K	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125	-	A2K-125R
30K	FWX-150	-	-	2028220-150	L25S-150	-	A25X-150
37K	FWX-200	-	-	2028220-200	L25S-200	-	A25X-200
45K	FWX-250	-	-	2028220-250	L25S-250	-	A25X-250

Tabla 5.4: Fusibles UL 200 - 240 V

VLT AQUA	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littel fuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
380-500 V, 525-600							
kW	Tipo RK1	Tipo J	Tipo T	Tipo RK1	Tipo RK1	Tipo CC	Tipo RK1
11K	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	5014006-040	KLS-R40	-	A6K-40R
15K	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	5014006-040	KLS-R40	-	A6K-40R
18K	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	5014006-050	KLS-R50	-	A6K-50R
22K	KTS-R60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R60	-	A6K-60R
30K	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	2028220-100	KLS-R80	-	A6K-80R
37K	KTS-R100	JKS-100	JJS-100	2028220-125	KLS-R100	-	A6K-100R
45K	KTS-R125	JKS-150	JJS-150	2028220-125	KLS-R125	-	A6K-125R
55K	KTS-R150	JKS-150	JJS-150	2028220-160	KLS-R150	-	A6K-150R
75K	FWH-220	-	-	2028220-200	L50S-225	-	A50-P225
90K	FWH-250	-	-	2028220-250	L50S-250	-	A50-P250

Tabla 5.5: Fusibles UL 380 - 600 V

Los fusibles KTS de Bussmann pueden sustituir a los KTN en los convertidores de 240 V.

Los fusibles FWH de Bussmann pueden sustituir a los FWX en los convertidores de frecuencia de 240 V.

Los fusibles KLSR de LITTEL FUSE pueden sustituir a los KLNK en los convertidores de 240 V.

Los fusibles L50S de LITTEL FUSE pueden sustituir a los L50S en los convertidores de 240 V.

Los fusibles A6KR de FERRAZ SHAWMUT pueden sustituir a los A2KR en los convertidores de 240 V.

Los fusibles A50X de FERRAZ SHAWMUT pueden sustituir a los A25X en los convertidores de 240 V.

5.2.8. Acceso a los terminales de control

Todos los terminales de los cables de control se encuentran situados bajo la tapa de terminales, en la parte delantera del convertidor de frecuencia. Desmonte la tapa de terminales con un destornillador (consulte la ilustración).

5

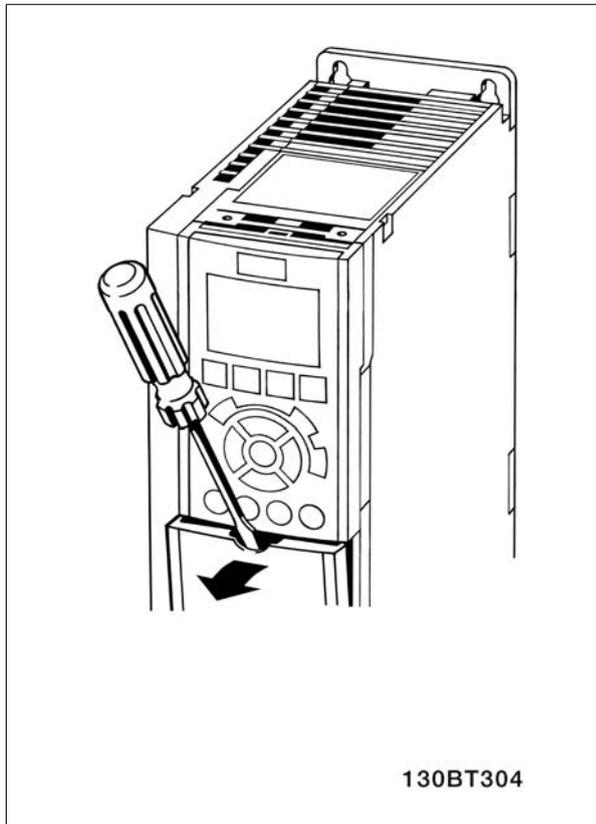


Ilustración 5.4: Armarios A1, A2, A3, B3, B4, C3 y C4

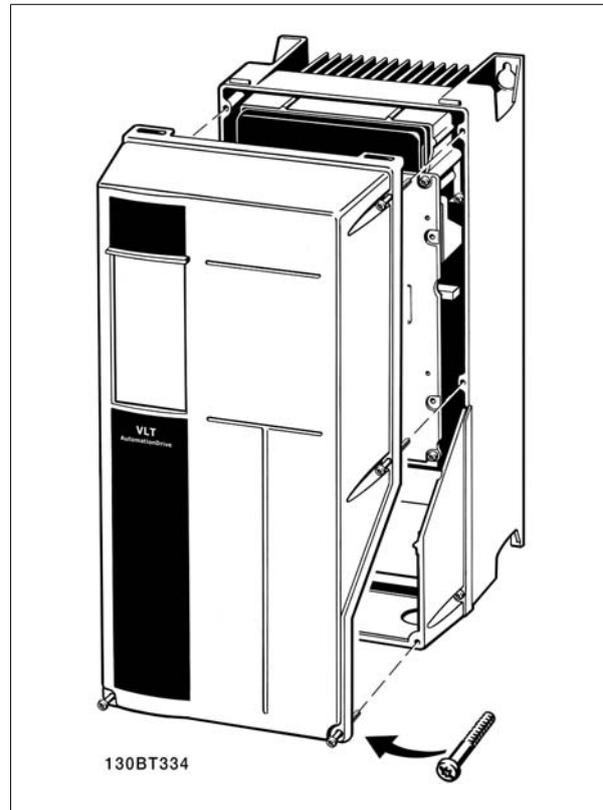


Ilustración 5.5: Protecciones A5, B1, B2, C1 y C2

5.2.9. Terminales de control

Números de referencia del dibujo:

1. Conector de 10 polos E/S digital.
2. Conector de 3 polos bus RS485.
3. E/S analógica 6 polos.
4. Conexión USB.

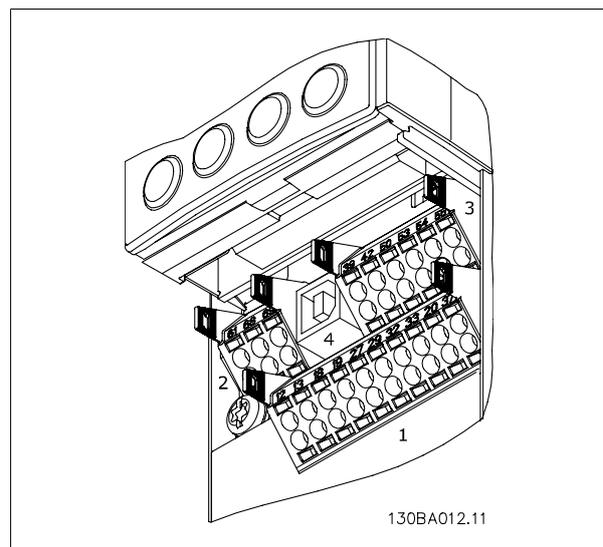


Ilustración 5.6: Terminales de control (todas las protecciones)

5.2.10. Instalación eléctrica, terminales para cables de control

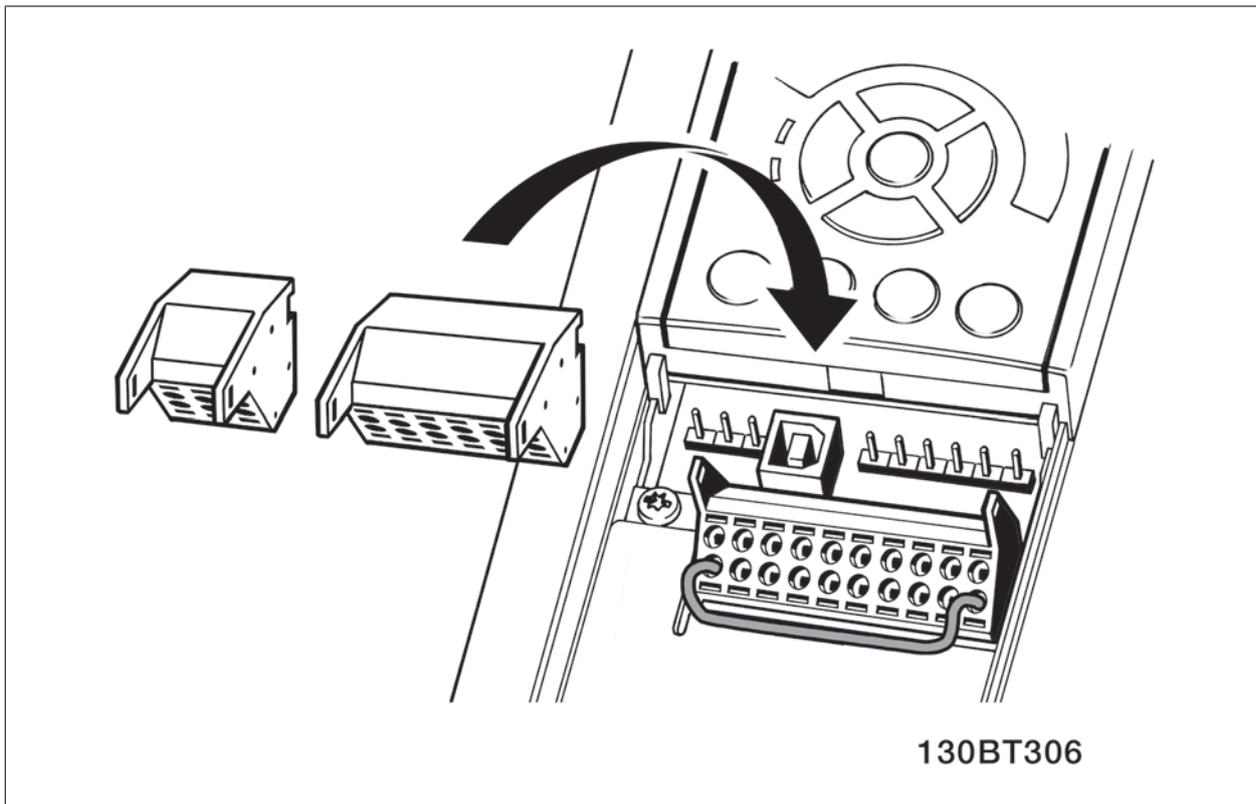
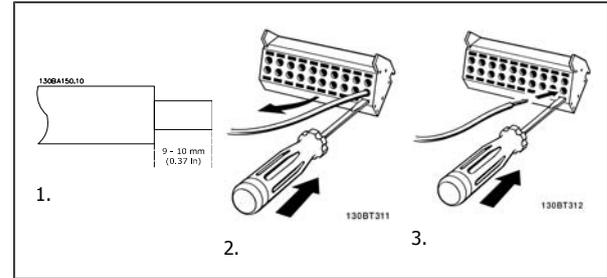
Para montar el cable en el terminal:

1. Quite 9 ó 10 mm de aislante
2. Introduzca un destornillador¹⁾ en el orificio cuadrado.
3. Introduzca el cable en el orificio circular adyacente.
4. Retire el destornillador. Ahora el cable está montado en el terminal.

Para quitar el cable del terminal:

1. Introduzca un destornillador¹⁾ en el orificio cuadrado.
2. Tire del cable.

¹⁾ Máx. 0,4 x 2,5 mm



5

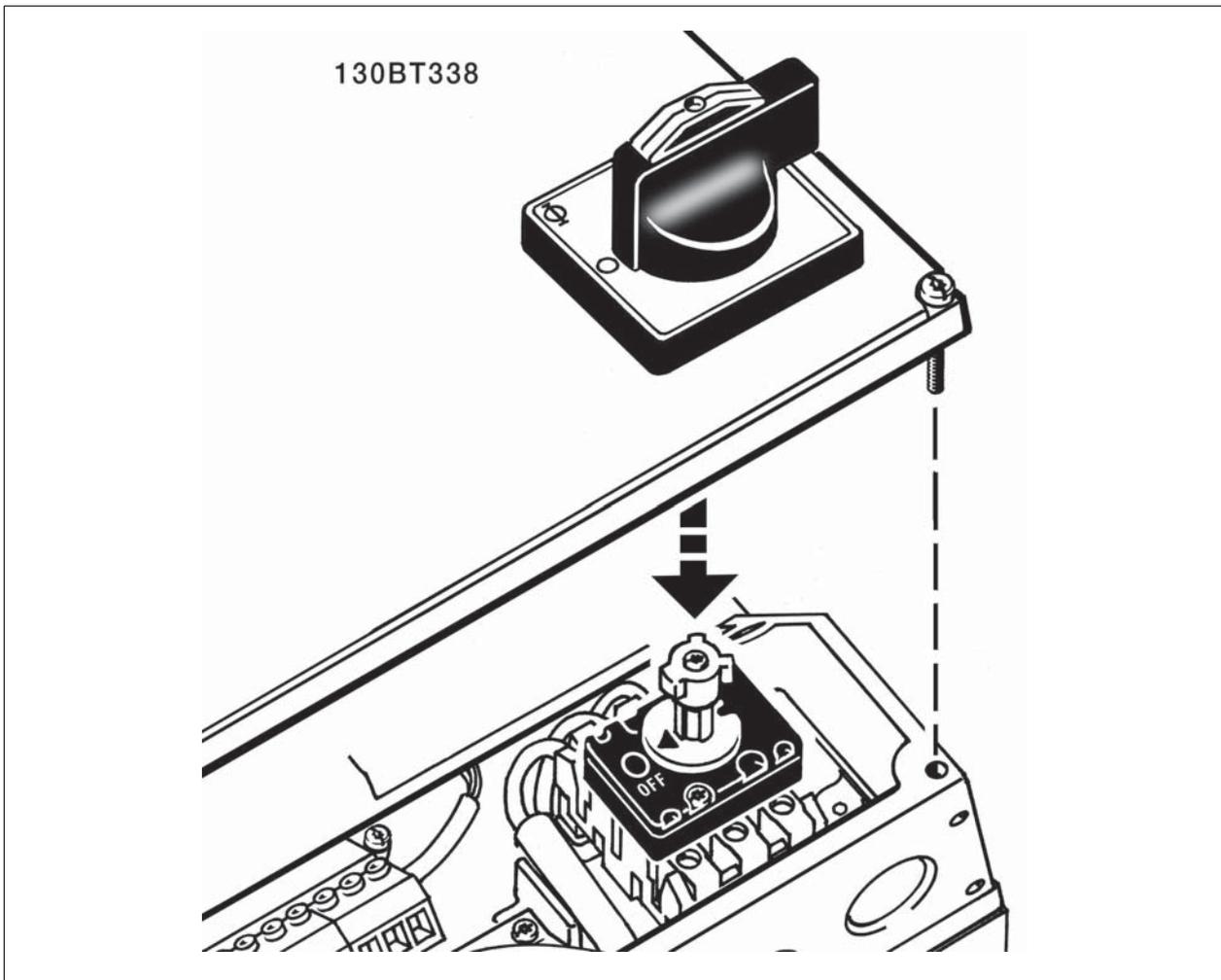


Ilustración 5.7: Montaje de alojamiento IP55 / NEMA TIPO 12 con desconector de red

5.2.11. Ejemplo de cableado básico

1. Monte los terminales de la bolsa de accesorios en la parte delantera del convertidor de frecuencia.
2. Conecte los terminales 18 y 37 a +24 V (terminales 12/13)

Ajustes predeterminados:

- 18 = Arranque
- 27 = parada inversa

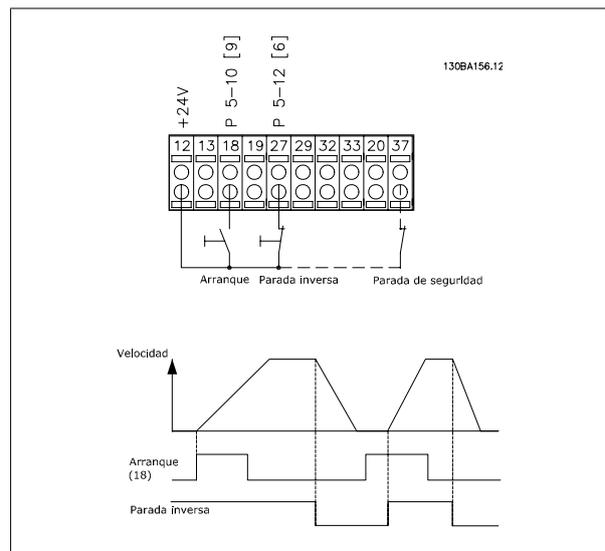


Ilustración 5.8: El terminal 37 sólo está disponible con la función de parada de seguridad

5.2.12. Instalación eléctrica, Cables de control

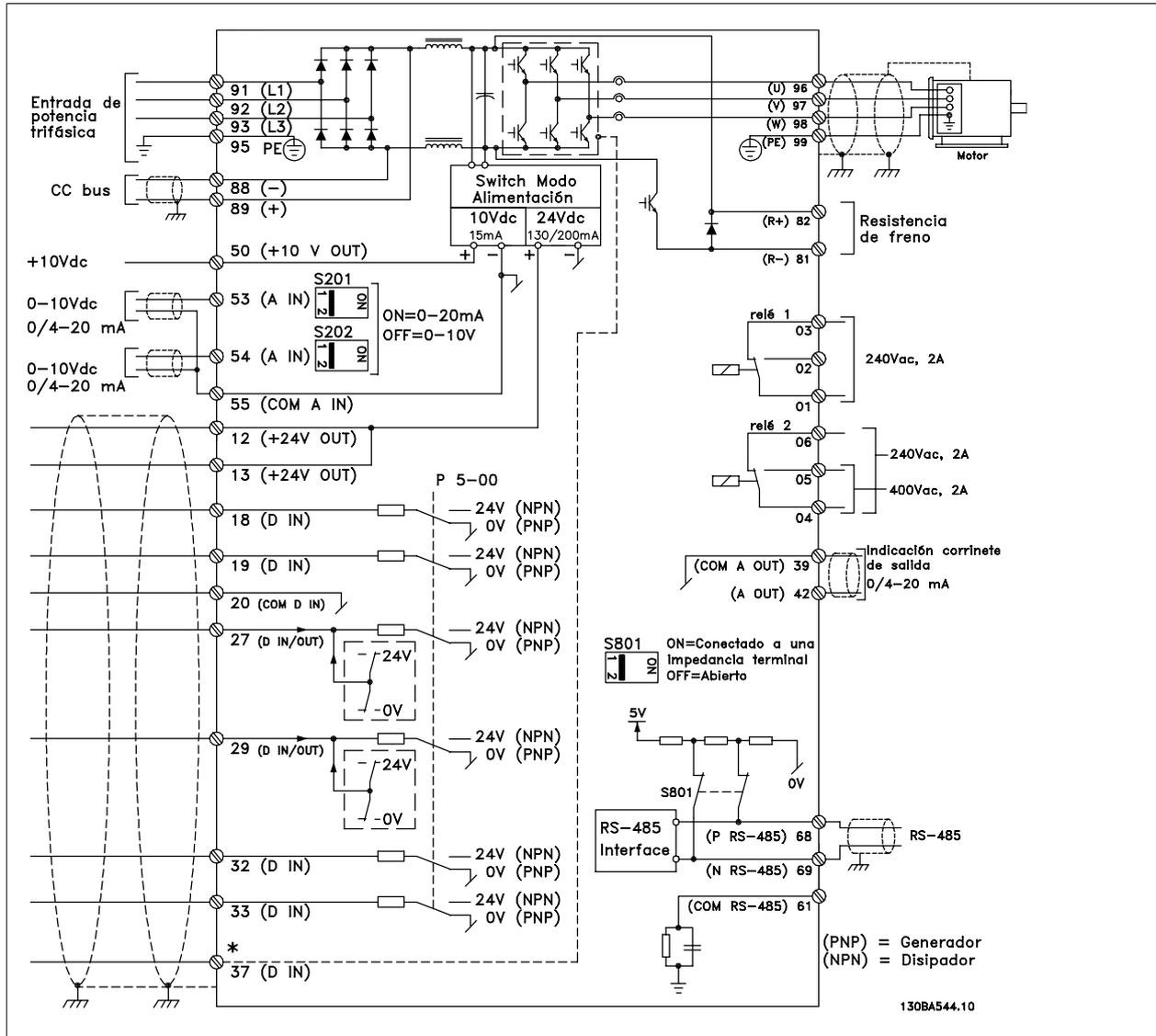


Ilustración 5.9: Terminal 37: ientrada de parada de seguridad sólo disponible con la función de parada de seguridad!

Los cables muy largos de control de señales analógicas pueden, en casos raros y dependiendo de la instalación, producir lazos de tierra de 50/60 Hz debido al ruido introducido a través de los cables de alimentación.

Si esto ocurre, puede que tenga que romper la pantalla o introducir un condensador de 100 nF entre la pantalla y el chasis.

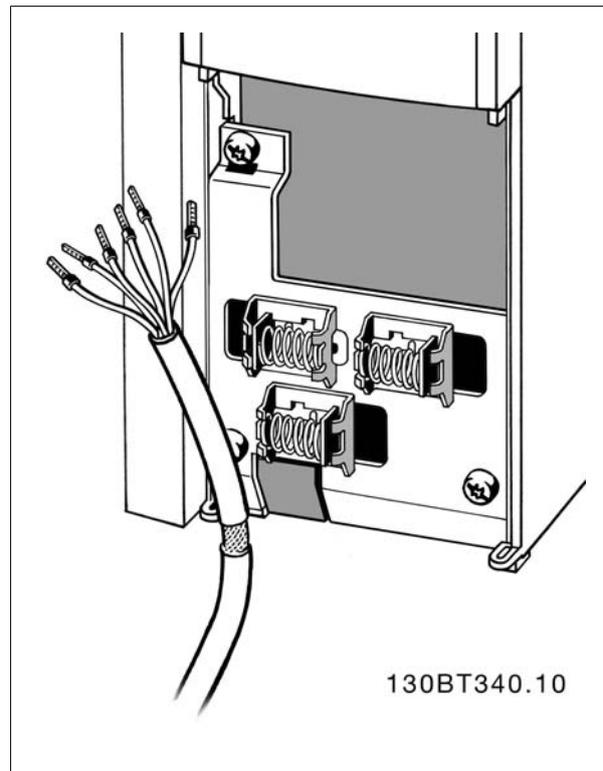
Las entradas y salidas analógicas y digitales deben estar conectadas por separado a las entradas comunes del convertidor de frecuencia VLT AQUA (terminal 20, 55, 39) para evitar que las corrientes de tierra de ambos grupos afecten a los demás grupos. Por ejemplo, conectar la entrada digital podría perturbar la señal de entrada analógica.

¡NOTA!
Los cables de control deben ser apantallados/blindados.

1. Utilice una abrazadera de la bolsa de accesorios para conectar la pantalla de los cables de control a la placa de conexión de pantallas del convertidor de frecuencia.

Consulte la sección *Conexión a tierra de cables de control apantallados/blindados* para conocer la conexión correcta de los cables de control.

5



5.2.13. Interruptores S201, S202 y S801

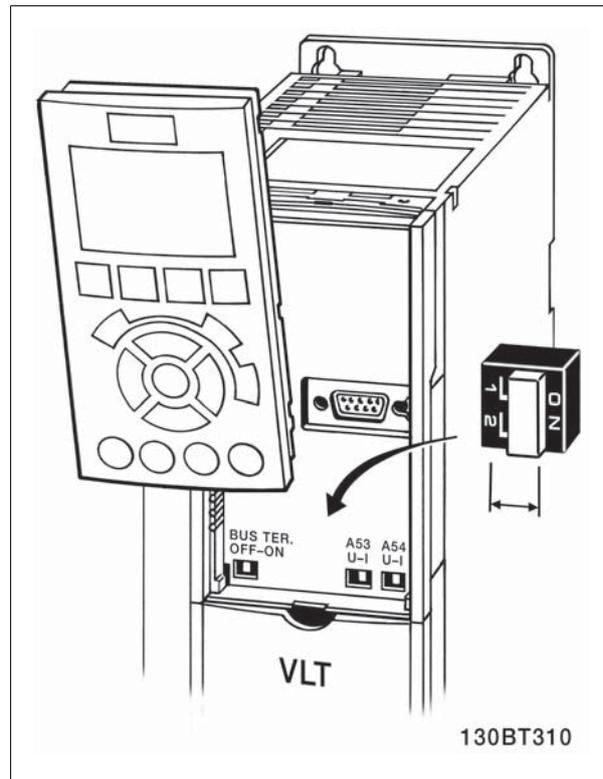
Los interruptores S201 (A53) y S202 (A54) se utilizan para seleccionar una configuración de intensidad (0-20 mA) o de tensión (de 0 a 10 V) de los terminales de entrada analógica 53 y 54, respectivamente.

El interruptor S801 (BUS TER.) se puede utilizar para activar la terminación del puerto RS-485 (terminales 68 y 69).

Véase el *Diagrama que muestra todos los terminales eléctricos* en la sección *Instalación Eléctrica*.

Ajuste predeterminado:

- S201 (A53) = OFF (entrada de tensión)
- S202 (A54) = OFF (entrada de tensión)
- S801 (Terminación de bus) = OFF



5.3. Ajuste final y prueba

5.3.1. Ajuste final y prueba

Para probar la configuración y garantizar que el convertidor de frecuencia funciona, siga los pasos que se indican a continuación.

Paso 1. Localice la placa de características del motor.



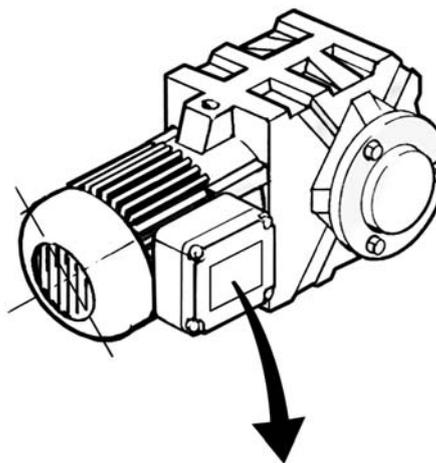
¡NOTA!

El motor puede estar conectado en estrella (Y) o en triángulo (Δ). Esta información se encuentra en los datos de la placa de características del motor.

Paso 2. Introduzca los datos de la placa de características del motor en esta lista de parámetros.

Para acceder a esta lista, pulse primero [QUICK MENU] (Menú rápido) y, a continuación, seleccione "Q2 Quick Setup" (Configuración rápida).

1.	Potencia motor [kW] o Potencia motor [CV]	par. 1-20 par. 1-21
2.	Tensión motor	par. 1-22
3.	Frecuencia motor	par. 1-23
4.	Intensidad motor	par. 1-24
5.	Veloc. nominal motor	par. 1-25



BAUER D-73734 ESLINGEN			
3 ~ MOTOR NR. 1827421		2003	
S/E005A9			
		1,5	kW
n ₂	31,5	/min.	400 Y V
n ₁	1400	/min.	50 Hz
cos φ	0,80		3,6 A
1,7L			
B	IP 65	H1/1A	

130BT307

Paso 3. Activar la Adaptación automática del motor (AMA)

La realización de un procedimiento AMA garantiza un rendimiento óptimo. El AMA calcula los valores del diagrama equivalente del modelo de motor.

1. Conecte el terminal 27 al terminal 12 o ajuste el par. 5-12 a "Sin función" (par. 5-12 [0]).
2. Active el parámetro 1-29 del AMA.
3. Elija entre un AMA completo o uno reducido. Si se monta un filtro LC, ejecute sólo el AMA reducido o bien retire el filtro LC durante el procedimiento AMA.
4. Pulse la tecla [OK]. El display muestra el mensaje "Pulse [Hand on] para comenzar".
5. Pulse la tecla [Hand on]. Una barra de progreso indica que el AMA se está llevando a cabo.

5

Detención del AMA durante el funcionamiento

1. Pulse la tecla [OFF]; el convertidor de frecuencia entrará en modo de alarma y el display mostrará que el usuario ha finalizado el AMA.

AMA finalizado con éxito

1. El display muestra el mensaje "Pulse [OK] para finalizar el AMA".
2. Pulse la tecla [OK] para salir del estado AMA.

AMA fallido

1. El convertidor de frecuencia entra en modo de alarma. Se puede encontrar una descripción de la alarma en la sección *Solución de problemas*.
2. "Valor de informe", en [Alarm Log] (Registro de alarmas), muestra la última secuencia de medida llevada a cabo por el AMA, antes de que el convertidor de frecuencia entrase en modo alarma. Este número, junto con la descripción de la alarma, le ayudará a solucionar los problemas con los que se encuentre. Si se pone en contacto con el servicio de asistencia Danfoss, asegúrese de indicar el número y la descripción de la alarma.

**¡NOTA!**

Un AMA fallido suele deberse al registro incorrecto de los datos de la placa de características del motor o a una diferencia demasiado grande entre la potencia del motor y la del convertidor de frecuencia VLT AQUA.

Paso 4. Ajuste el límite de velocidad y el tiempo de rampa

Ajuste los límites deseados para la velocidad y el tiempo de rampa.

Referencia mínima	par. 3-02
Referencia máxima	par. 3-03

Límite bajo veloc. motor	par. 4-11 ó 4-12
Límite alto veloc. motor	par. 4-13 ó 4-14

Tiempo de aceleración 1 [s]	par. 3-41
Tiempo de deceleración 1 [s]	par. 3-42

5.4.1. Instalación de la parada segura

Para realizar una instalación de una parada de categoría 0 (EN60204) de acuerdo con la categoría 3 de seguridad (EN954-1), siga estas instrucciones:

1. Debe eliminarse el puente entre el terminal 37 y la 24 V DC del FC 202. No basta con cortar o romper la conexión en puente. Elimínela completamente para evitar un cortocircuito. Véase la conexión en puente en la ilustración.
2. Conecte el terminal 37 a 24 V CC mediante un cable protegido contra cortocircuitos. La fuente de alimentación de 24 V CC debe poderse desconectar mediante un dispositivo interruptor de circuito de categoría 3 conforme a la normativa EN954-1. Si el dispositivo de desconexión y el convertidor de frecuencia están situados en el mismo panel de instalación, se puede utilizar un cable normal en lugar de uno protegido.

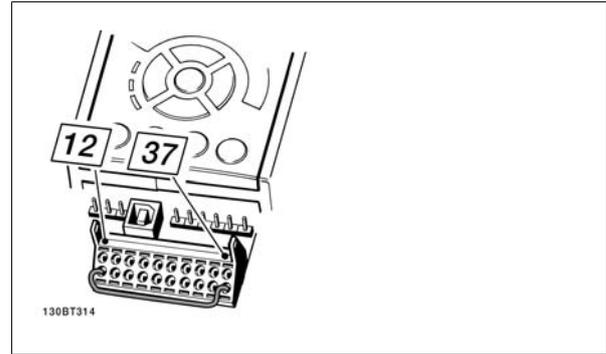


Ilustración 5.10: Puntero entre el terminal 37 y 24 V CC.

La siguiente ilustración muestra una parada de Categoría 0 (EN 60204-1) con seguridad de Categoría 3 (EN 954-1) La desconexión del circuito se produce mediante la apertura de un contacto. La ilustración también muestra cómo conectar un hardware de inercia no relacionado con la seguridad.

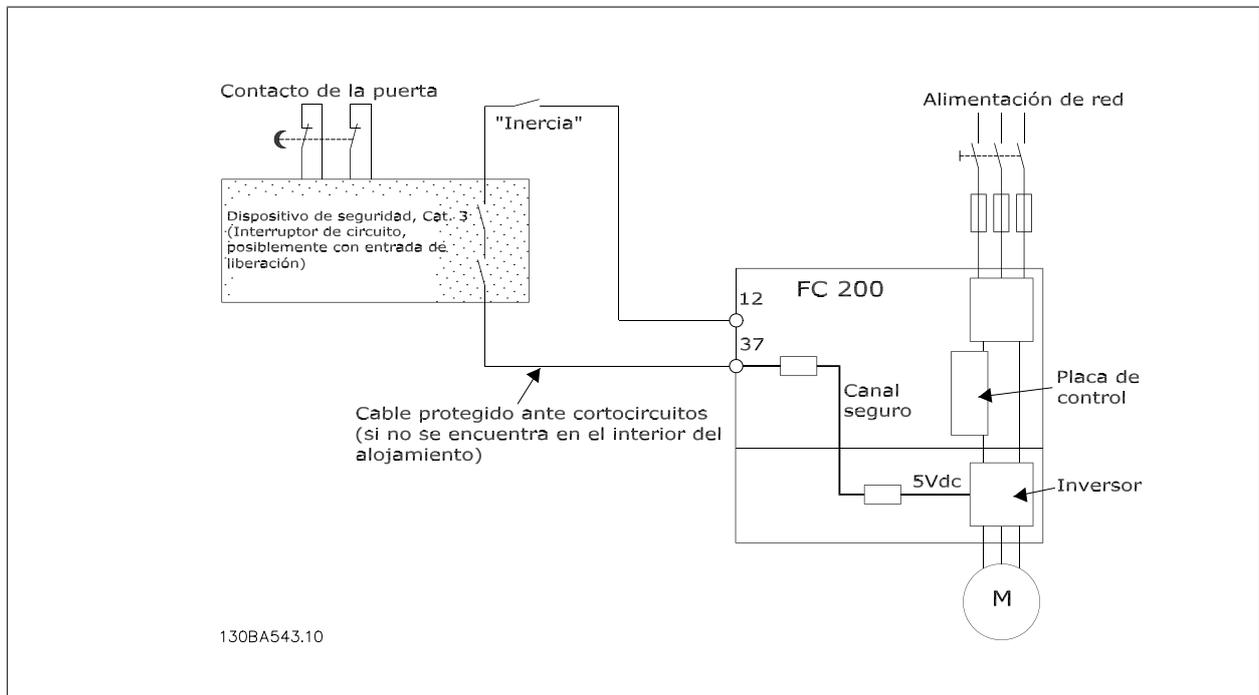


Ilustración 5.11: Ilustración de los aspectos básicos de una instalación para conseguir una parada de Categoría 0 (EN 60204-1) con seguridad de Categoría 3 (EN 954-1).

5.4.2. Prueba de puesta en servicio de la Parada de seguridad

Después de la instalación y antes de ponerlo en funcionamiento por primera vez, realice una prueba de puesta en servicio de una instalación o aplicación utilizando la Parada segura del FC 200.

Además, realice la prueba después de cada modificación de la instalación o aplicación de la que forme parte la Parada segura del FC 200.

La prueba de puesta en servicio:

1. Retire el suministro de tensión de 24 V CC del terminal 37 mediante el dispositivo de interrupción mientras el motor esté accionado por el FC 202 (es decir, sin interrumpir la alimentación de red). Pasa esta parte de la prueba si el motor reacciona con una inercia y se activa el freno mecánico (si está conectado).
2. A continuación, envíe la señal de Reinicio (por Bus, E/S digital o pulsando la tecla [Reset]). Pasa esta parte de la prueba si el motor permanece en el estado de Parada de seguridad y el freno mecánico (si está conectado) permanece activado.

3. A continuación, vuelva a aplicar 24 V CC al terminal 37. Pasa esta parte de la prueba si el motor permanece en estado de inercia y el freno mecánico (si está conectado) permanece activado.
4. A continuación, envíe la señal de Reinicio (por Bus, E/S digital o pulsando la tecla [Reset]). Pasa esta parte de la prueba si el motor vuelve a estar operativo.
5. La prueba de puesta en servicio se supera si se superan los cuatros pasos de la prueba.

5.5. Conexiones adicionales

5.5.1. Conexión de bus de CC

El terminal de bus de CC se utiliza para reserva de CC, con el circuito intermedio alimentado desde una fuente externa.

Números de terminales utilizados: 88, 89

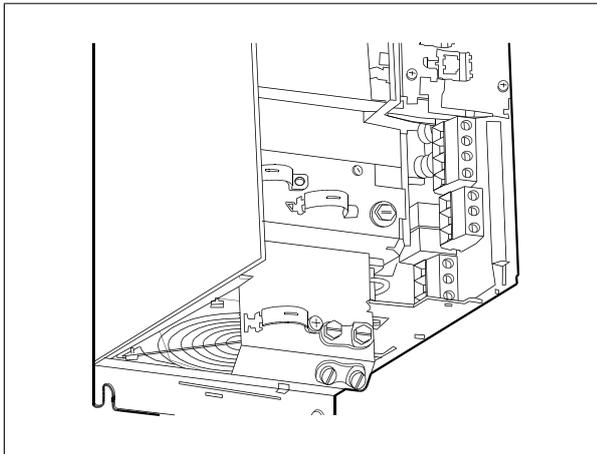


Ilustración 5.12: Conexiones de bus CC para protección B3.

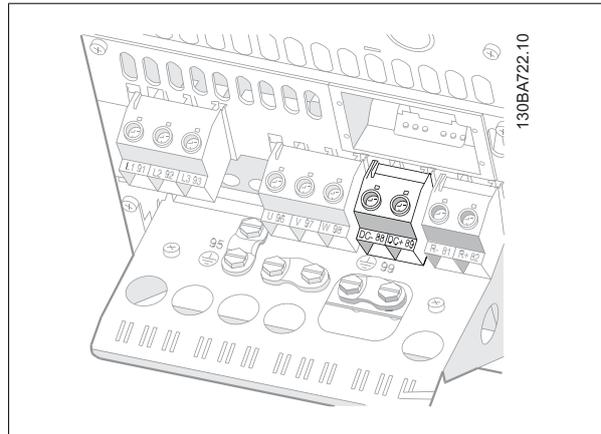


Ilustración 5.13: Conexiones de bus CC para protección B4.

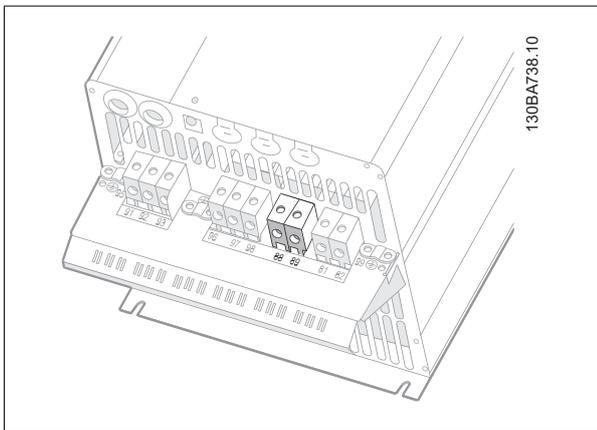


Ilustración 5.14: Conexiones de bus CC para protección C3.

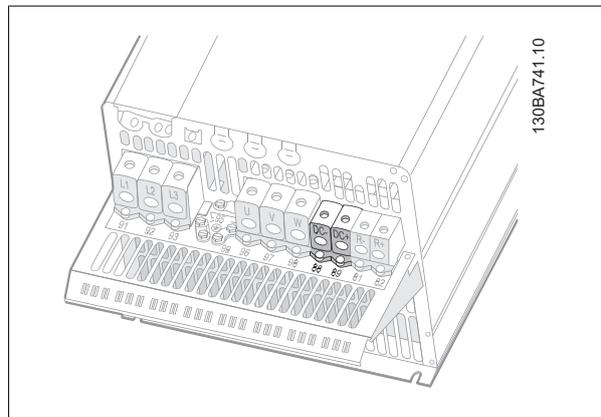


Ilustración 5.15: Conexiones de bus CC para protección C4.

Diríjase a Danfoss para obtener más información.

5.5.2. Opción de conexión de freno

El cable de conexión a la resistencia de freno debe estar apantallado/blindado.

Protección	A+B+C+D+F	A+B+C+D+F
Resistencia de freno	81	82
Terminales	R-	R+



¡NOTA!

El freno dinámico requiere equipo y condiciones de seguridad adicionales. Para obtener información adicional, póngase en contacto con Danfoss.

1. Utilice abrazaderas de cable para conectar la pantalla al armario metálico del convertidor de frecuencia y a la placa de conexión de pantallas de la resistencia de freno.
2. Elija la dimensión de la sección transversal del cable de freno para que se adecue a la intensidad de frenado.



¡NOTA!

Se pueden producir tensiones de hasta 975 V CC (@ 600 V CA) entre los terminales.

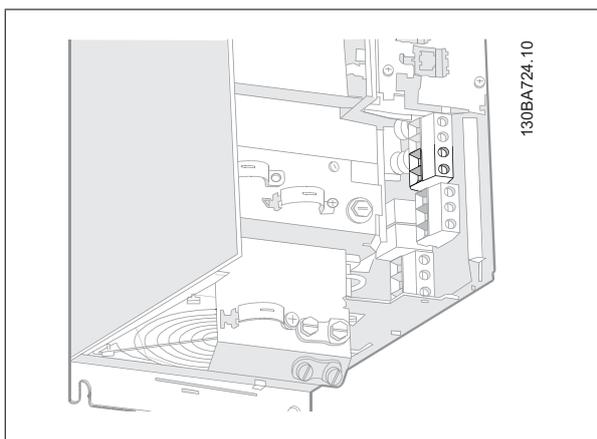


Ilustración 5.16: Terminal de conexión de freno para B3.

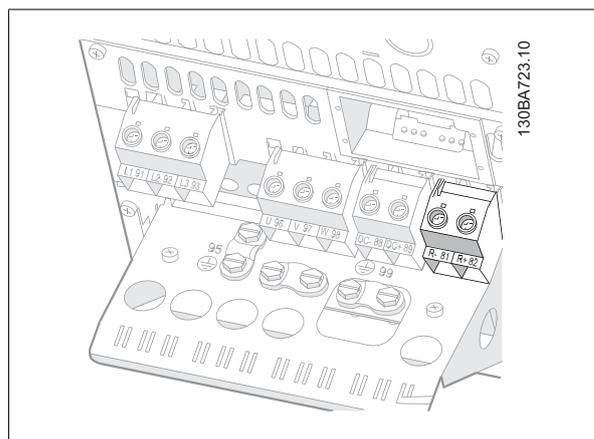


Ilustración 5.17: Terminal de conexión de freno para B4.

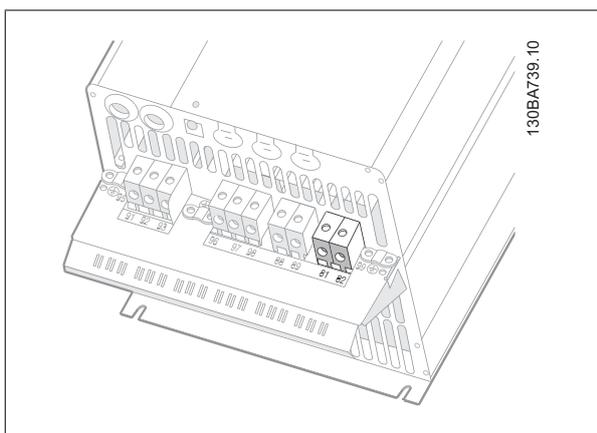


Ilustración 5.18: Terminal de conexión de freno para C3.

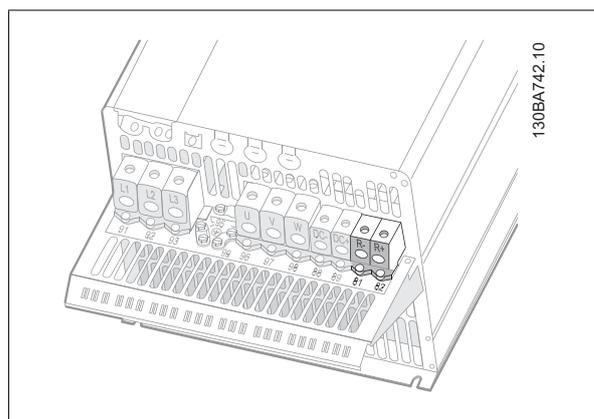


Ilustración 5.19: Terminal de conexión de freno para C4.



¡NOTA!

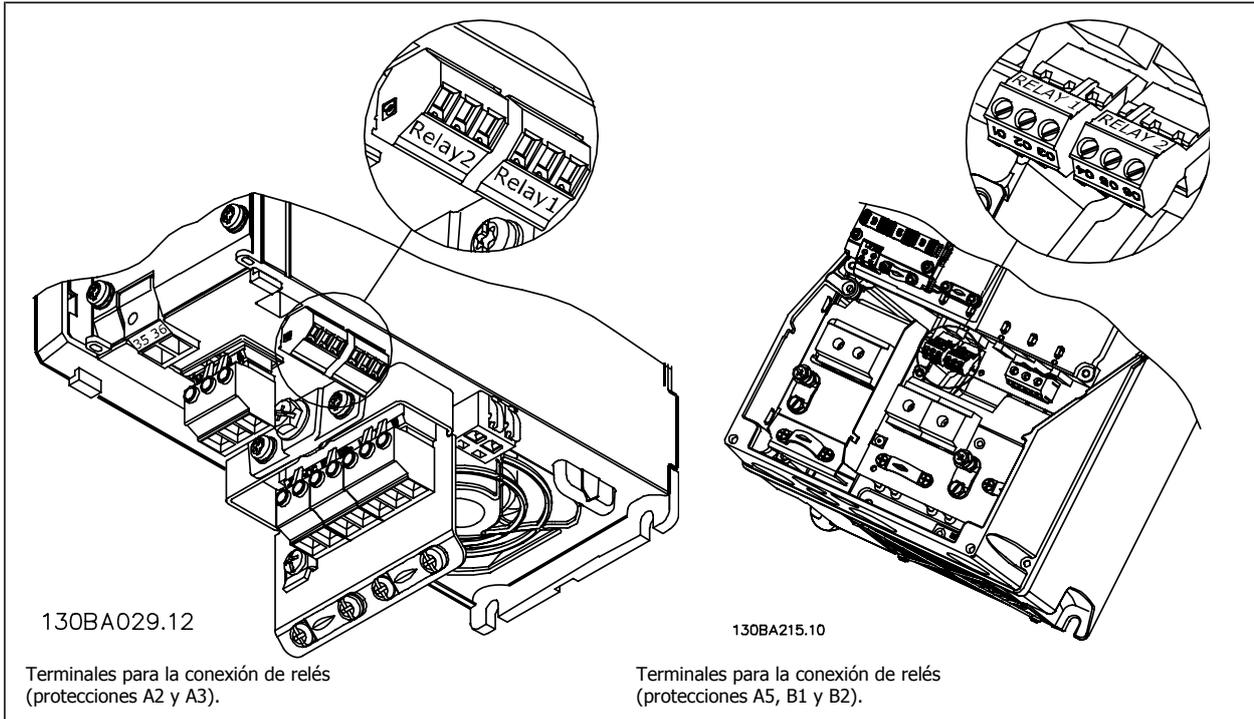
Si se produce un cortocircuito en el IGBT de freno, impida la disipación de energía en la resistencia de freno utilizando un contactor o interruptor de red para desconectar de la red el convertidor de frecuencia. El contactor sólo se debe controlar con el convertidor de frecuencia.

5.5.3. Conexión de relés

Para ajustar la salida del relé, véase el grupo de parámetros 5-4* Relés.

No.	01 - 02	conexión (normalmente abierta)
	01 - 03	desconexión (normalmente cerrada)
	04 - 05	conexión (normalmente abierta)
	04 - 06	desconexión (normalmente cerrada)

5



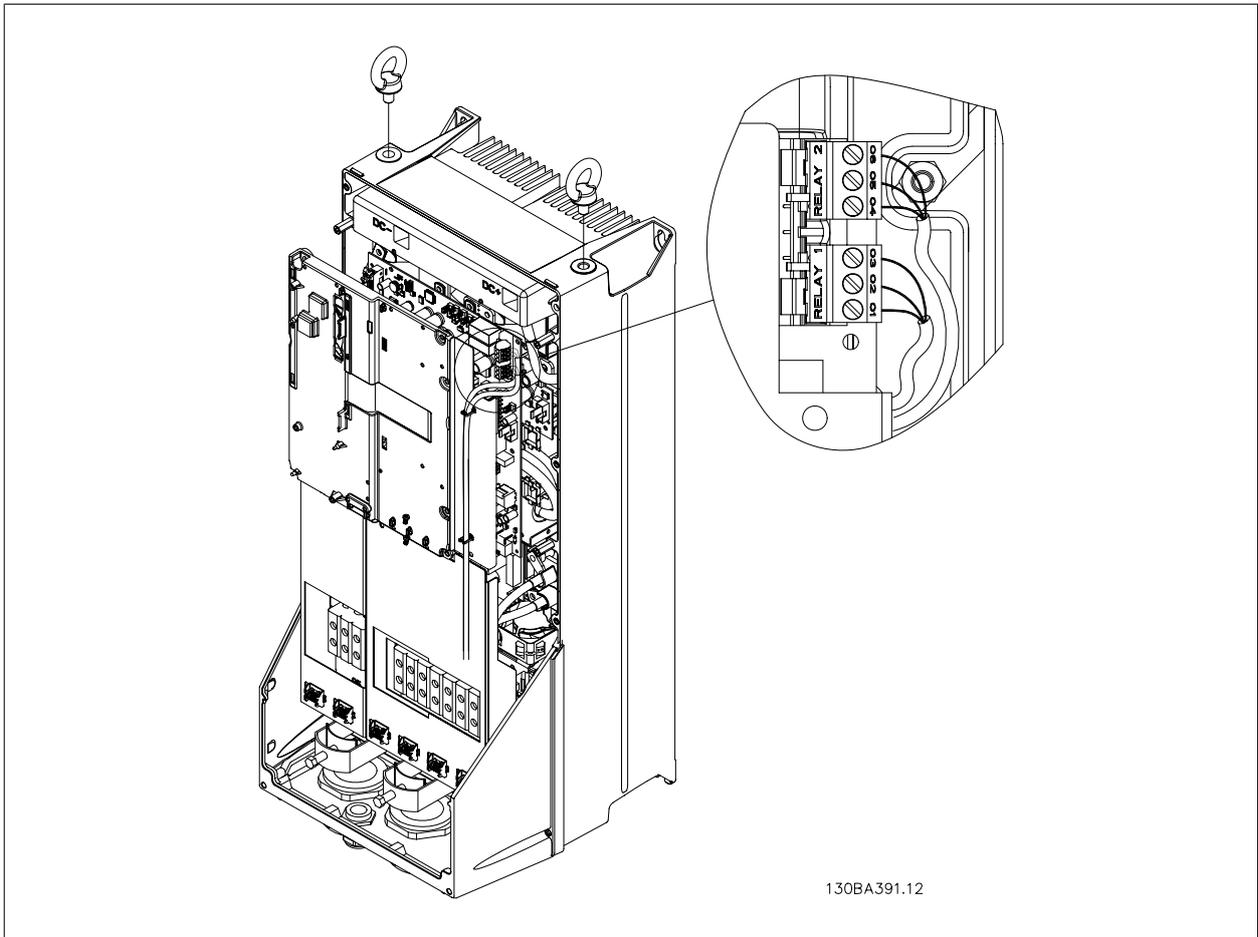


Ilustración 5.20: Terminales para conexión de relés (protecciones C1 y C2).

Las conexiones de relés se muestran en el recorte con las tomas de relés suministradas (en la bolsa de accesorios).

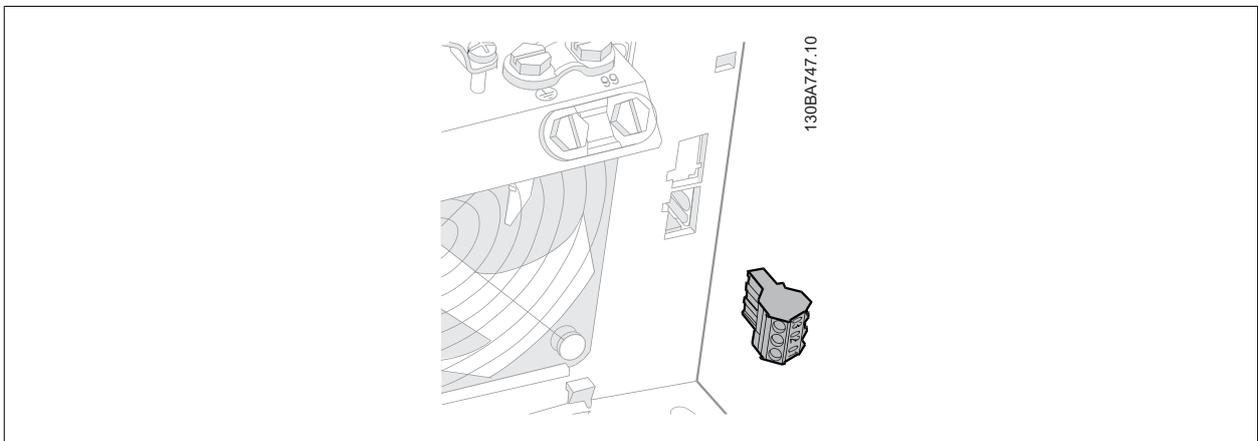


Ilustración 5.21: Terminales para conexiones de relés para B3. Sólo se suministra una salida de fábrica.

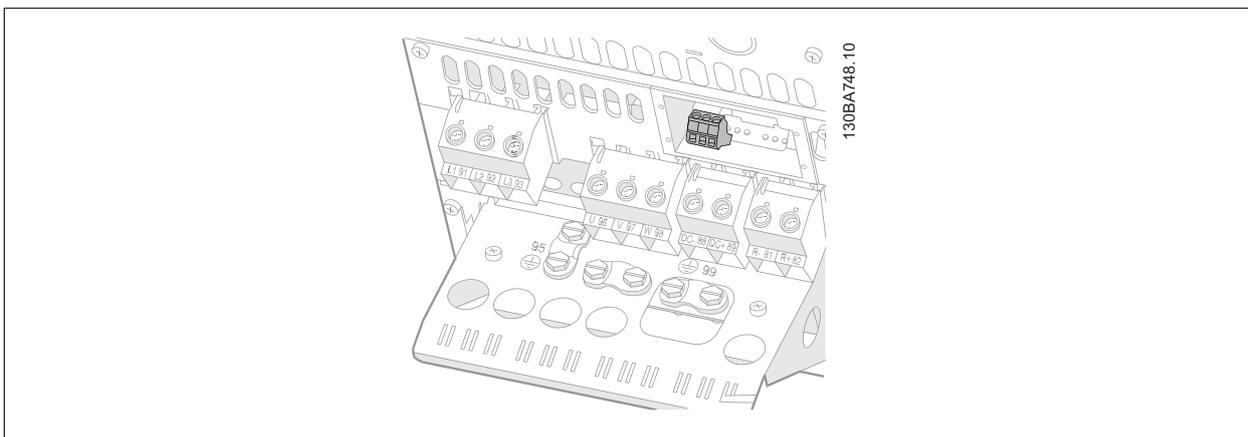


Ilustración 5.22: Terminales para conexiones de relés para B4.

5



Ilustración 5.23: Terminales para conexiones de relés para C3 y C4. Situados en la esquina superior derecha del convertidor de frecuencia.

5.5.4. Salida de relé

Relé 1

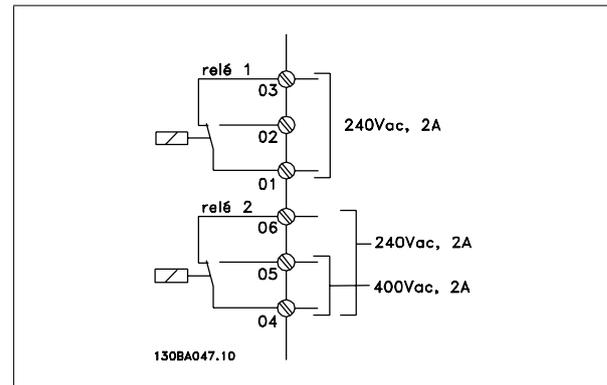
- Terminal 01: común
- Terminal 02: normalmente abierto 240 V CA
- Terminal 03: normalmente cerrado 240 V CA

Relé 2

- Terminal 04: común
- Terminal 05: normalmente abierto 400 V CA
- Terminal 06: normalmente cerrado 240 V CA

El relé 1 y el relé 2 se programan en los par. 5-40, 5-41 y 5-42.

Puede utilizar salidas de relé adicionales empleando el módulo opcional MCB 105.



5

5.5.5. Conexión en paralelo de motores

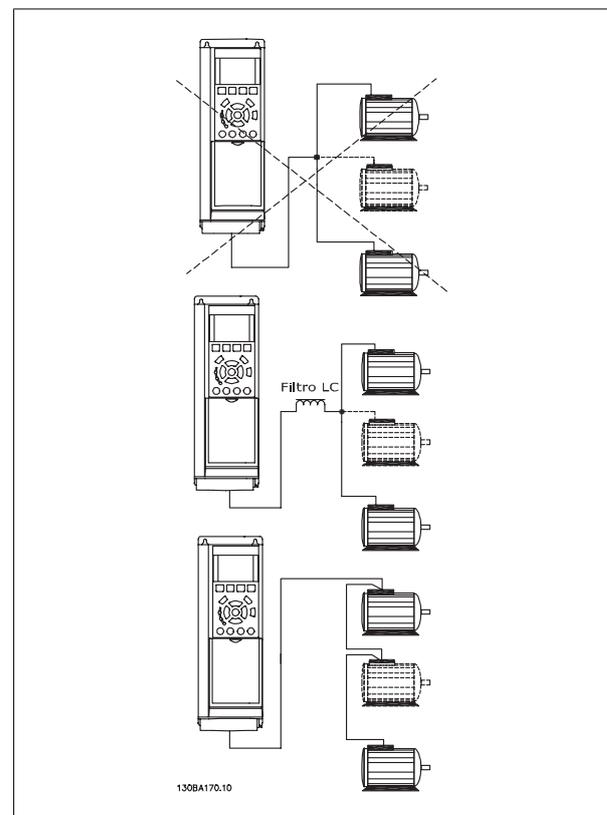
El convertidor de frecuencia puede controlar varios motores conectados en paralelo. El consumo de energía total de los motores no debe sobrepasar la corriente de salida nominal I_{INV} para el convertidor de frecuencia.



¡NOTA!
Cuando los motores se encuentran conectados en paralelo, no se puede utilizar el par. 1-02, *Adaptación automática del motor (AMA)*.

Al arrancar y a bajos valores de RPM pueden surgir problemas si los tamaños de motor son muy diferentes, ya que la resistencia óhmica relativamente alta de los motores pequeños en el estátor necesita tensiones más altas en dichas situaciones.

El relé térmico electrónico (ETR) del convertidor de frecuencia no puede utilizarse como protección del motor para el motor individual de sistemas con motores conectados en paralelo. Proporcione una mayor protección del motor, por ejemplo mediante termistores en cada motor o relés térmicos individuales. (Los magnetotérmicos no son adecuados como protección).



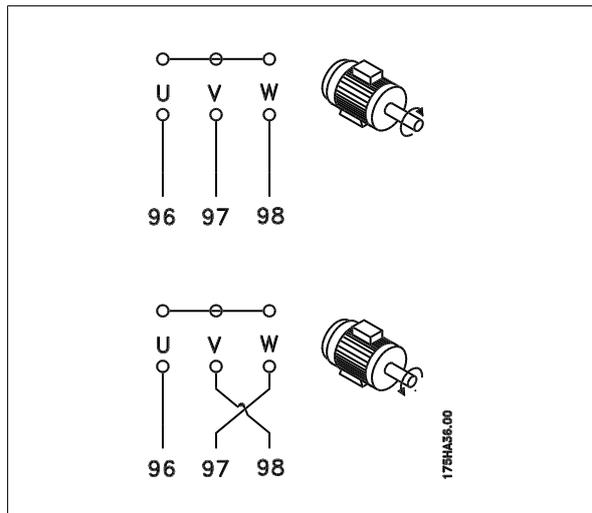
5.5.6. Dirección de la rotación del motor

El ajuste predeterminado es giro de izquierda a derecha con la salida del convertidor de frecuencia conectada del modo siguiente.

Terminal 96 conectado a la fase U
Terminal 97 conectado a la fase V
Terminal 98 conectado a la fase W

La dirección de rotación del motor se cambia invirtiendo dos fases del motor.

Es posible revisar el giro del motor mediante el par. 1-28 y siguiendo los pasos que se indican en la pantalla.



5.5.7. Protección térmica del motor

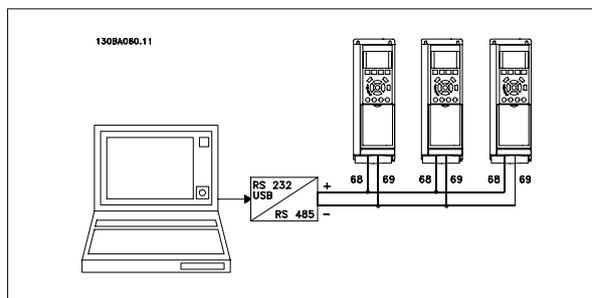
El relé térmico electrónico del convertidor de frecuencia ha recibido la Aprobación UL para la protección de un motor, cuando el par. 1-90, Protección térmica motor, se ha ajustado para Descon. ETR y el par. 1-24, Intensidad motor, $I_{M,N}$, se ha ajustado a la intensidad nominal del motor (véase la placa de características).

5.6. Instalación de diversas conexiones

5.6.1. Bus de conexión RS 485

Uno o más convertidores de frecuencia pueden estar conectados a un controlador (o maestro) utilizando la interfaz normalizada RS485. El terminal 68 está conectado a la señal P (TX+, RX+), mientras que el terminal 69 está conectado a la señal N (TX-, RX-).

Si hay más de un convertidor de frecuencia conectado a un maestro, utilice conexiones en paralelo.



Para evitar posibles intensidades equalizadoras en el apantallamiento, conecte la malla del cable a tierra a través del terminal 61, que está conectado al bastidor mediante un enlace RC.

Terminación del bus

El bus RS485 debe terminarse con una red de resistencias en ambos extremos. Para este propósito, ajuste el interruptor S801 de la tarjeta de control en "ON".

Consulte más detalles en el párrafo *Interruptores S201, S202 y S801*.



¡NOTA!

El protocolo de comunicación debe ajustarse a FC MC en el par. 8-30.

5.6.2. Para conectar un ordenador al convertidor VLT AQUA

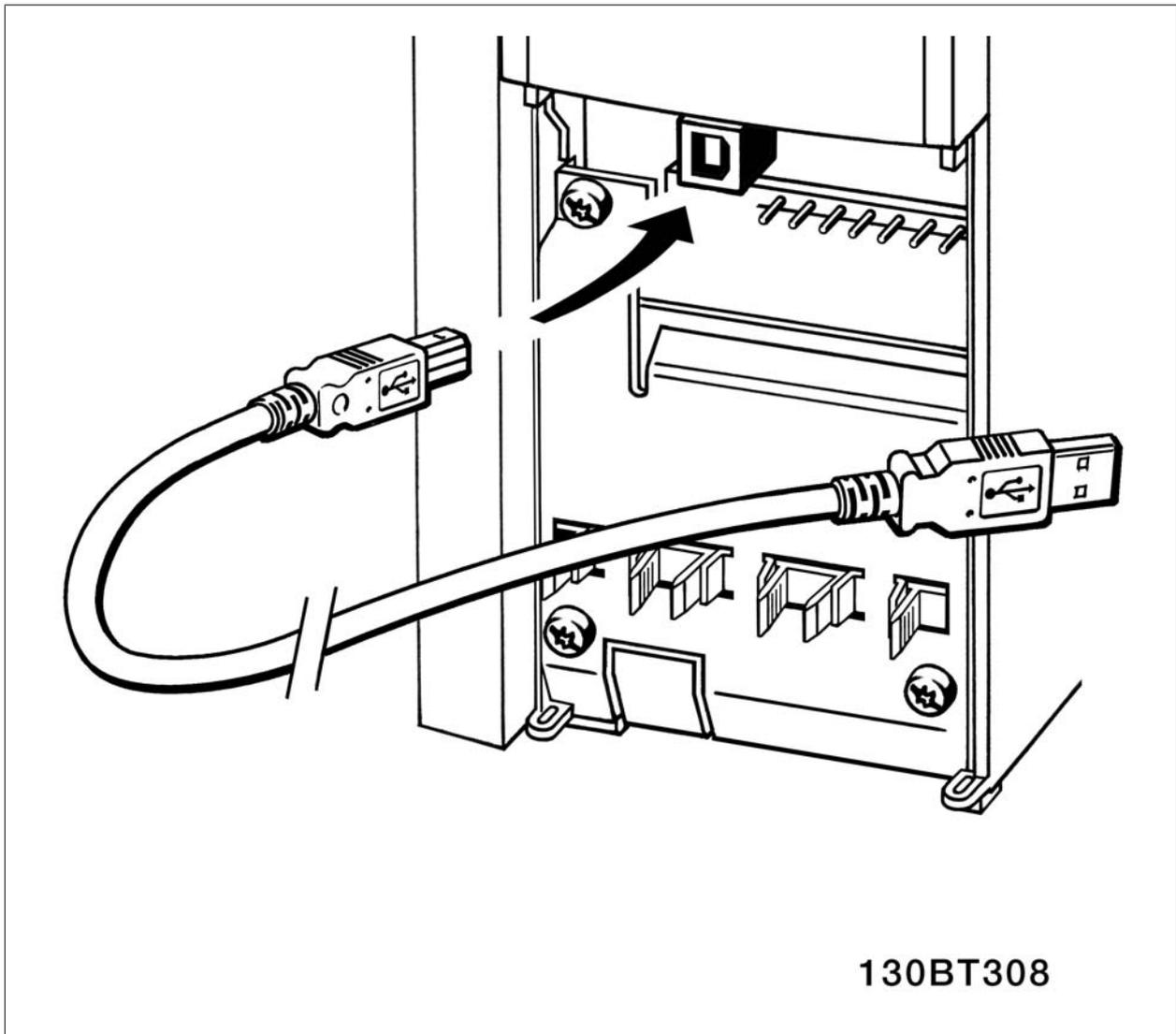
Para controlar o programar el convertidor de frecuencia desde un PC, instale la herramienta MCT 10 Software de programación.

El PC se conecta mediante un cable USB estándar (ordenador central/dispositivo) o mediante la interfaz RS-485, tal como se muestra en el capítulo *Instrucciones de montaje > Instalación de diversas conexiones* de la **Guía de Diseño del VLT AQUA**.



¡NOTA!

La conexión USB se encuentra galvánicamente aislada de la tensión de alimentación (PELV) y del resto de los terminales de alta tensión. La conexión USB está conectada a la protección a tierra en el convertidor de frecuencia. Utilice únicamente un ordenador portátil aislado como conexión de PC al conector USB del convertidor VLT AQUA.



5

Software para PC - MCT 10

Todos los convertidores de frecuencia están equipados con un puerto de comunicaciones serie. Se proporciona una herramienta para PC, que permite la comunicación entre un PC y un convertidor de frecuencia, el MCT 10 Software de programación de la herramienta de control de movimiento VLT.

MCT 10 Software de programación

La herramientas MCT 10 se ha diseñado como una herramienta interactiva y fácil de usar, que permite ajustar los parámetros de nuestros convertidores de frecuencia.

La herramienta MCT 10 Software de programación resulta útil para:

- Planificar una red de comunicaciones fuera de línea. MCT 10 incluye una base de datos completa de convertidores de frecuencia
- Poner en marcha convertidores de frecuencia en línea
- Guardar la configuración de todos los convertidores de frecuencia
- Sustituir un convertidor en una red
- Ampliar una red existente
- Se añadirán también los convertidores que se desarrollen en el futuro

MCT 10

El software de programación admite Profibus DP-V1 a través de una conexión Master de clase 2. Esto permite escribir y leer en línea los parámetros de un convertidor de frecuencia a través de la red Profibus, lo que elimina la necesidad de una red de comunicaciones adicional.

Guardar configuración del convertidor de frecuencia:

1. Conecte un PC al convertidor de frecuencia mediante un puerto USB
2. Abra la herramienta MCT 10 Software de programación
3. Seleccione "Read from drive" (Leer desde el convertidor de frecuencia)
4. Seleccione "Save as" (Guardar como)

Todos los parámetros se guardarán en el ordenador.

Carga de los parámetros del convertidor de frecuencia:

1. Conecte un PC al convertidor de frecuencia mediante un puerto USB
2. Abra la herramienta MCT 10 Software de programación
3. Seleccione "Open" (Abrir); se mostrarán los archivos almacenados
4. Abra el archivo apropiado
5. Seleccione "Write to drive" (Escribir en el convertidor de frecuencia)

Los ajustes de todos los parámetros se transfieren al convertidor de frecuencia.

Se dispone de un manual aparte para el Software de programación MCT 10.

Módulos de la herramienta MCT 10 Software de programación

El paquete de software incluye los siguientes módulos:

	MCT 10 Software de programación Parámetros de configuración Copiar en y desde convertidores de frecuencia Documentación y listado de la configuración de parámetros, incluidos esquemas
	Interfaz. ampliada de usuario Programa de mantenimiento preventivo Ajustes del reloj Programación de acciones Configuración del Smart Logic Control Herramienta de config. de control en cascada

Número de pedido:

Por favor, realice el pedido de su CD con el Software de programación MCT 10, utilizando el código 130B1000.

MCT 10 puede también descargarse desde el sitio web de Danfoss en Internet: www.danfoss.com/spain, Áreas comerciales: Motion Controls.

MCT 31

La herramienta para PC de cálculo de armónicos MCT 31 permite realizar una sencilla estimación de la distorsión armónica en una aplicación cualquiera. La distorsión armónica tanto de los convertidores de frecuencia de Danfoss como de otras marcas puede calcularse mediante aparatos de medición por reducción armónica, como los filtros AHF de Danfoss y los rectificadores de 12-18 pulsos.

Número de pedido:

Realice el pedido de su CD con la herramienta para PC MCT 31 utilizando el N° de código 130B1031.

MCT 31 también puede descargarse desde el sitio web de Danfoss en Internet: WWW.DANFOSS.COM/SPAIN, Áreas comerciales: Motion Controls.

5.7. Seguridad

5.7.1. Prueba de alta tensión

Lleve a cabo una prueba de alta tensión cortocircuitando los terminales U, V, W, L₁, L₂ y L₃. Aplique una potencia de hasta 2,15 kV CC durante un segundo entre este cortocircuito y el chasis.



¡NOTA!

Si se somete a toda la instalación a una prueba de alto voltaje, interrumpa la conexión del motor y de la alimentación si las corrientes de fuga son demasiado altas.

5.7.2. Conexión segura a tierra

El convertidor de frecuencia tiene una alta corriente de fuga y debe conectarse a tierra de forma adecuada por razones de seguridad conforme a EN 50178.



La corriente de fuga a tierra del convertidor de frecuencia sobrepasa los 3,5 mA. Para asegurar una buena conexión mecánica del cable de tierra a la conexión a tierra (terminal 95), la sección transversal del cable debe ser de al menos 10 mm² o 2 cables a tierra de sección estándar de forma separada.

5.8. Instalación correcta en cuanto a EMC

5.8.1. Instalación eléctrica - Recomendaciones de compatibilidad electromagnética

Lo que sigue es una guía para la instalación de convertidores de frecuencia siguiendo lo que se denomina buena práctica de ingeniería. Siga estas directrices cuando sea necesario cumplir la norma EN 61800-3 *Primer entorno*. Si la instalación debe cumplir la norma EN 61800-3 *Segundo entorno*, por ejemplo en redes industriales, o en una instalación con su propio transformador, se permite desviarse de estas directrices, aunque no es recomendable. Consulte también los párrafos *Etiquetado CE*, *Aspectos Generales de Emisiones de Compatibilidad Electromagnética* y *Resultados de las pruebas de compatibilidad electromagnética*.

Buena práctica de ingeniería para asegurar una instalación eléctrica correcta en cuanto a EMC:

- Utilice únicamente cables de motor trenzados apantallados/blindados y cables de control trenzados apantallados/blindados. El apantallamiento debe proporcionar una cobertura mínima del 80%. El material del apantallamiento debe ser metálico, normalmente de cobre, aluminio, acero o plomo, aunque se admiten otros tipos. No hay requisitos especiales en cuanto al cable de red.
- En instalaciones que utilizan conductos metálicos rígidos no es necesario utilizar cable apantallado, pero el cable del motor se debe instalar en un conducto separado de los cables de control y de red. Es necesario conectar completamente el conducto desde la unidad al motor. El rendimiento EMC de los conductos flexibles varía considerablemente y es preciso obtener información del fabricante.
- Conecte el apantallamiento/blindaje/conducto a tierra en ambos extremos para los cables del motor y de control. En algunos casos, no es posible conectar la pantalla en ambos extremos. En estos casos, conecte la pantalla al convertidor de frecuencia. Consulte asimismo *Conexión a tierra de cables de control trenzados apantallados/blindados*.
- Evite terminar el apantallamiento/blindaje con extremos enrollados (espirales). Eso aumenta la impedancia de alta frecuencia del apantallamiento, lo cual reduce su eficacia a altas frecuencias. En su lugar, utilice abrazaderas o mordazas de cable EMC de baja impedancia.
- Siempre que sea posible, evite utilizar cables de motor o de control no apantallados/no blindados en el interior de los alojamientos que albergan las unidades.

Deje la pantalla tan cercana a los conectores como sea posible.

En la figura siguiente se muestra un ejemplo de una instalación eléctrica correcta, en cuanto a EMC, de un convertidor de frecuencia IP 20. El convertidor de frecuencia está colocado en un armario de instalación con un contactor de salida, y se ha conectado a un PLC que está instalado en un armario aparte.

Otras formas de instalación podrán ofrecer un rendimiento EMC igualmente bueno, siempre y cuando se sigan las anteriores directrices de práctica de ingeniería.

Si la instalación no se lleva a cabo según las directrices y si se utilizan cableados y cables de control no blindados, es posible que no se cumplan algunos requisitos relativos a emisiones aunque sí se cumplan los relacionados con inmunidad. Consulte el párrafo *Resultados de pruebas de EMC*.

5

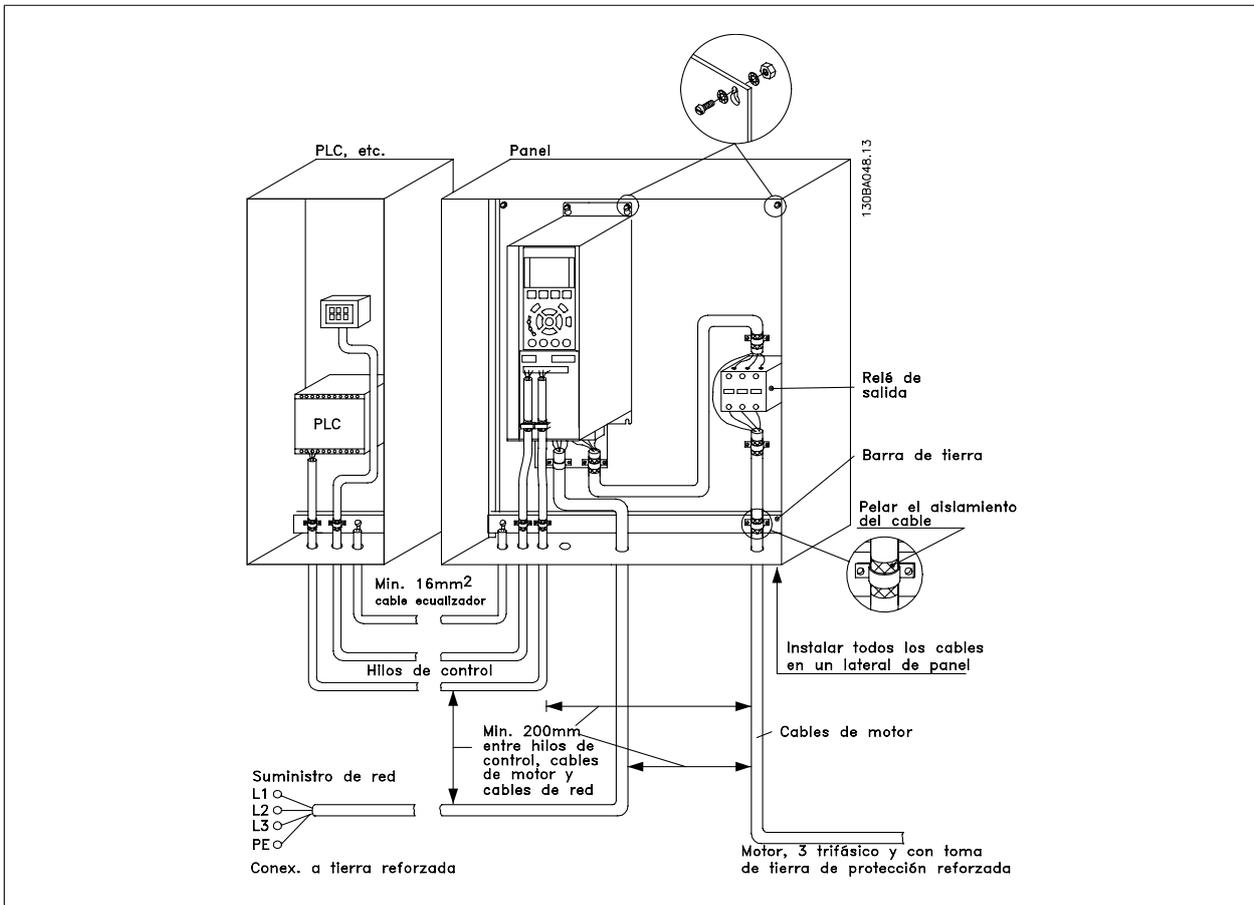


Ilustración 5.24: EMC - instalación eléctrica correcta de un convertidor de frecuencia en el alojamiento.

5.8.2. Uso de cables correctos para EMC

Danfoss recomienda utilizar cables trenzados apantallados/blindados para optimizar la inmunidad de EMC de los cables de control y la emisión de EMC de los cables del motor.

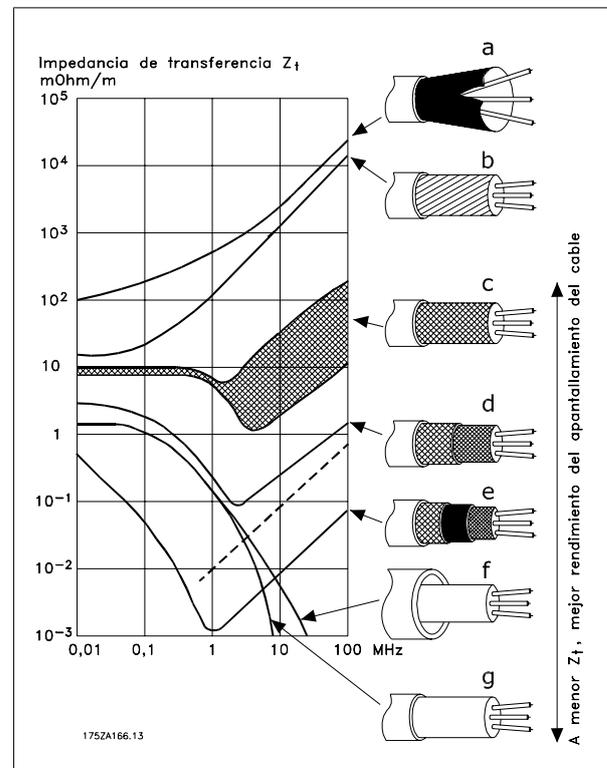
La capacidad de un cable para reducir la radiación entrante y saliente de interferencias eléctricas depende de la impedancia de transferencia (Z_T). El apantallamiento de un cable está diseñado, normalmente, para reducir la transferencia de ruido eléctrico; sin embargo, una pantalla con un valor de impedancia de transferencia menor (Z_T) es más efectiva que una pantalla con una impedancia de transferencia mayor (Z_T).

Los fabricantes de cables rara vez indican la impedancia de transferencia (Z_T), pero a menudo es posible calcular la impedancia de transferencia (Z_T) evaluando el diseño físico del cable.

La impedancia de transferencia (Z_T) se puede evaluar en base a los siguientes factores:

- La conductibilidad del material del apantallamiento.
- La resistencia de contacto entre los conductores individuales del apantallamiento.
- La cobertura del apantallamiento, es decir, la superficie física del cable cubierta por el apantallamiento - a menudo se indica como un porcentaje.
- El tipo de apantallamiento, trenzado o retorcido.

- a. Revestimiento de aluminio con hilo de cobre.1
- b. Cable con hilo de cobre trenzado o hilo de acero blindado. 1
- c. Hilo de cobre trenzado de una sola capa con un porcentaje variable de cobertura de apantallamiento. Éste es el cable de referencia típico de Danfoss.1
- d. Hilo de cobre trenzado de doble capa.1
- e. Doble capa de hilo de cobre trenzado con una capa intermedia magnética apantallada/blindada.1
- f. Cable alojado en tubería de cobre o de acero.1
- g. Cable forrado con plomo con un grosor de pared de 1,1 mm.1

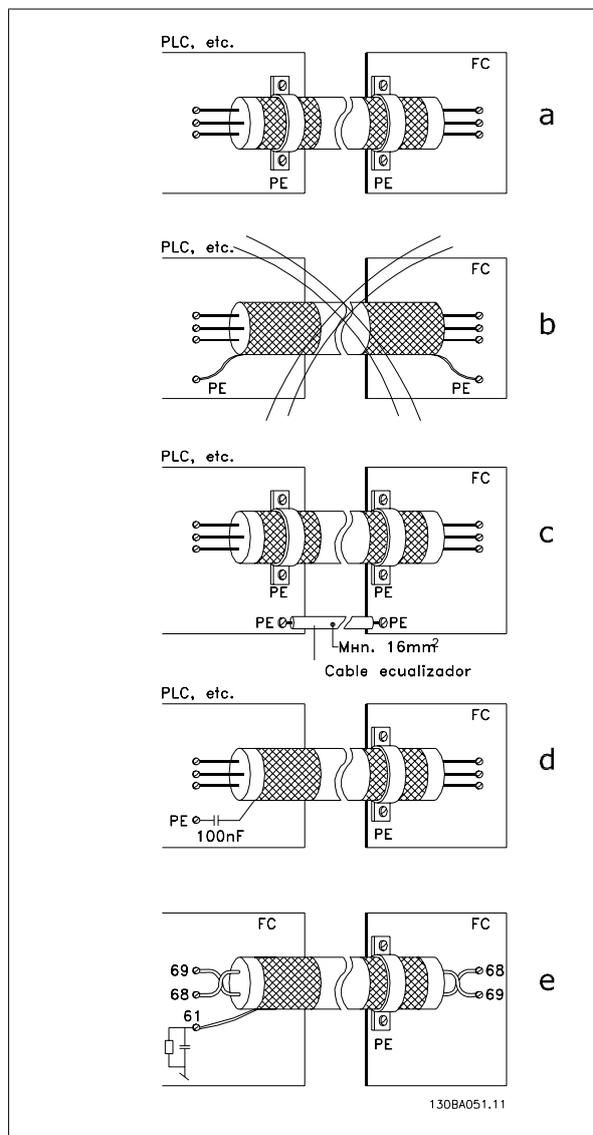


5.8.3. Conexión a tierra de cables de control apantallados/blindados

En general, los cables de control deben estar blindados tener apantallamiento trenzado, y ambos extremos del apantallamiento deben conectarse mediante una abrazadera de cable al chasis metálico de la unidad.

El siguiente esquema indica cómo se realiza la correcta conexión a tierra, y qué hacer en caso de dudas.

- a. **Conexión correcta a tierra**
Los cables de control y los cables para comunicación serie deben fijarse con abrazaderas en ambos extremos para asegurar el mejor contacto eléctrico posible.¹
- b. **Conexión a tierra incorrecta**
No utilice extremos de cable retorcidos (espirales). Incrementan la impedancia del apantallamiento a altas frecuencias.¹
- c. **Protección respecto a potencial de tierra entre el PLC y el VLT**
Si el potencial de tierra entre el convertidor de frecuencia y el PLC es distinto, puede producirse ruido eléctrico que perturbará todo el sistema. Resuelva este problema instalando un cable equalizador, junto al cable de control. Sección mínima del cable: 16 mm².¹
- d. **Para bucles de tierra de 50/60 Hz**
Si se utilizan cables de control muy largos, pueden producirse bucles de tierra de 50/60 Hz. Este problema se puede solucionar conectando un extremo del apantallamiento a tierra mediante un condensador de 100nF (con las patillas cortas).¹
- e. **Cables para comunicación serie**
Pueden eliminarse corrientes de ruido de baja frecuencia entre dos convertidores de frecuencia si se conecta un extremo del apantallamiento al terminal 61. Este terminal está conectado a tierra mediante un enlace RC interno. Utilice cables de par trenzado a fin de reducir la interferencia de modo diferencial entre los conductores.¹

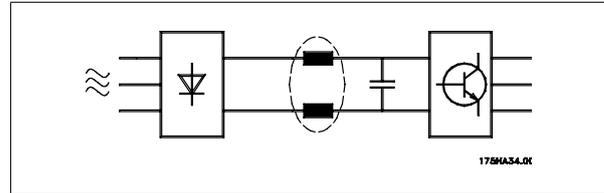


5.9.1. Interferencia de la red de alimentación/armónicos

Un convertidor de frecuencia acepta una intensidad no senoidal de la red eléctrica que aumenta la intensidad de entrada I_{RMS} . Una intensidad no senoidal se transforma mediante un análisis Fourier y se divide en corrientes senoidales con diferentes frecuencias, es decir, armónicos diferentes I_N con 50 Hz como frecuencia básica:

Corrientes armónicas	I_1	I_5	I_7
Hz	50 Hz	250 Hz	350 Hz

Los armónicos no afectan directamente al consumo eléctrico, aunque aumentan las pérdidas por calor en la instalación (transformador, cables). Por ello, en instalaciones con un porcentaje alto de carga rectificadora, mantenga las corrientes armónicas en un nivel bajo para evitar sobrecargar el transformador y una alta temperatura de los cables.



¡NOTA!

Algunas corrientes armónicas pueden perturbar el equipo de comunicación conectado al mismo transformador o causar resonancias si se utilizan baterías con corrección de factor de potencia.

Corrientes armónicas en comparación con la corriente de entrada RMS:

	Intensidad de entrada
I_{RMS}	1.0
I_1	0.9
I_5	0.4
I_7	0.2
I_{11-49}	< 0.1



¡NOTA!

Para asegurar corrientes armónicas bajas, el convertidor de frecuencia tiene bobinas de circuito intermedio de forma estándar. Esto normalmente reduce la intensidad de entrada I_{RMS} en un 40%.

La distorsión de la tensión en la alimentación de la red depende de la magnitud de las corrientes armónicas multiplicada por la impedancia interna de la red para la frecuencia dada. La distorsión de tensión total (THD) se calcula según los distintos armónicos de tensión individual usando esta fórmula:

$$THD\% = \sqrt{U\frac{2}{5} + U\frac{2}{7} + \dots + U\frac{2}{N}} \quad (U_N\% \text{ de } U)$$

5.10.1. Dispositivo de corriente residual

Puede utilizar relés de interruptor diferencial, conexión a tierra de protección múltiple o conexión a tierra como protección extra, siempre que se cumpla la normativa vigente en materia de seguridad.

En caso de fallo a tierra, puede desarrollarse una componente CC en la corriente en fallo.

Si se utilizan relés de interruptor diferencial, debe observar la normativa local. Los relés deben ser adecuados para proteger equipos trifásicos con un puente rectificador y para una pequeña descarga en el momento de la conexión. Consulte la sección *Corriente de fuga a tierra* para más información.

6. Ejemplos de aplicaciones

6.1.1. Arranque/Parada

Terminal 18 = Arranque/Parada, par. 5-10 [8] *Arranque*

Terminal 27 = Sin función, par. 5-12 [0], *Sin función* (valor predeterminado: *Inercia*)

Par. 5-10, *Entrada digital*, Terminal 18 = *Arranque* (predeterminado)

Par. 5-12, *Entrada digital*, Terminal 27 = *Inercia* (predeterminado)

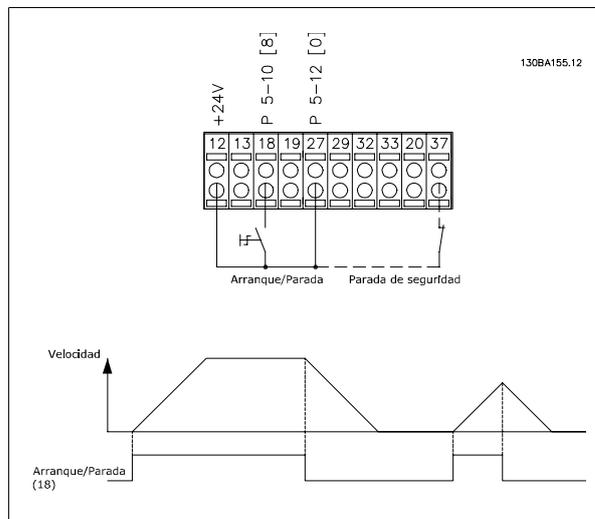


Ilustración 6.1: Terminal 37: ¡Sólo disponible con la función de parada segura!

6.1.2. Marcha/paro por pulsos

Terminal 18 = marcha/paro, par. 5-10 [9] *Arranque por pulsos*

Terminal 27 = paro, par. 5-12 [6] *Parada*

Par. 5-10 *Entrada digital*, Terminal 18 = *Arranque por pulsos*

Par. 5-12 *Entrada digital*, Terminal 27 = *Parada*

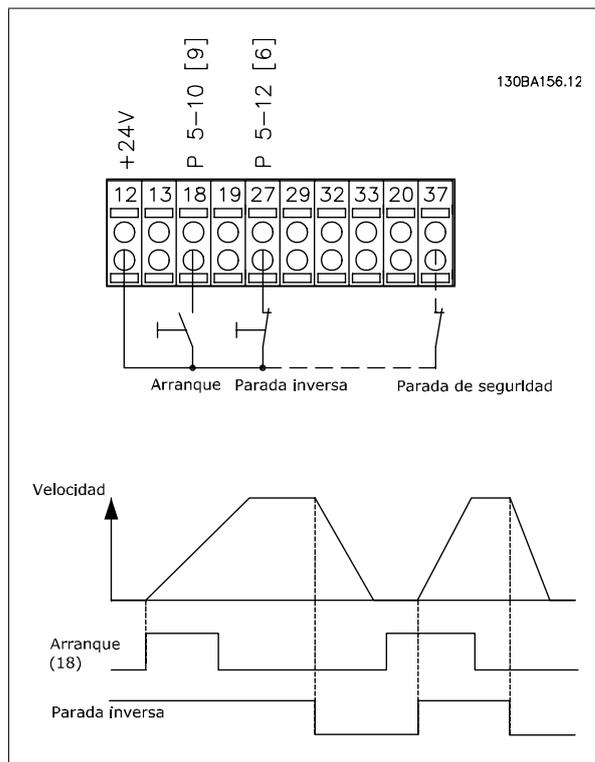


Ilustración 6.2: Terminal 37: ¡Sólo disponible con la función de parada segura!

6.1.3. Referencia del potenciómetro

Referencia de tensión mediante un potenciómetro.

Par. 3-15 *Recurso de referencia 1* [1] = *Entrada analógica 53*

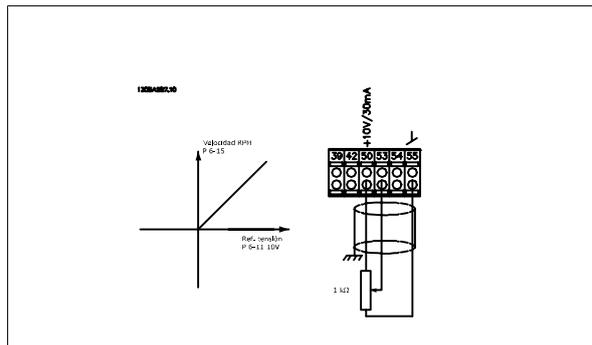
Par. 6-10, *Terminal 53 escala baja* $V = 0$ voltios

Par. 6-11, *Terminal 53 escala alta* $V = 10$ voltios

Par. 6-14, *Term. 53 valor bajo ref./realim.* *Valor* = 0 RPM

Par. 6-15, *Term. 53 valor alto ref./realim.* *Valor* = 1.500 RPM

Interruptor S201 = OFF (U)



6.1.4. Adaptación automática del motor (AMA)

AMA es un algoritmo para medir los parámetros eléctricos del motor con el motor parado. Esto significa que AMA, por sí solo, no suministra ningún par. El AMA resulta útil durante la puesta en servicio de los sistemas y en la optimización del ajuste del convertidor de frecuencia al motor aplicado. Esta función se utiliza, especialmente, cuando los ajustes de fábrica no pueden aplicarse al motor en cuestión.

El par. 1-29 permite elegir un AMA completo con determinación de todos los parámetros eléctricos del motor, o un AMA reducido, con determinación únicamente de la resistencia del estátor, R_s .

La duración del AMA total varía entre unos minutos para motores pequeños hasta más de 15 minutos para motores grandes.

Limitaciones y condiciones necesarias:

- Para que el AMA determine de forma óptima los parámetros del motor, introduzca los datos correctos de la placa de características del mismo en los par. 1-20 a 1-26.
- Para obtener el mejor ajuste del convertidor de frecuencia, lleve a cabo un AMA con el motor frío. Si se ejecuta el AMA repetidamente, se podría calentar el motor, provocando un aumento de la resistencia del estátor, R_s . Normalmente, esto no suele ser crítico.
- El procedimiento AMA sólo se puede realizar si la intensidad nominal del motor es como mínimo el 35% de la intensidad de salida nominal del convertidor de frecuencia. AMA se puede llevar a cabo incluso en un motor sobredimensionado.
- Es posible llevar a cabo una prueba de AMA reducida con un filtro de onda senoidal instalado. Evite llevar a cabo un AMA completo con un filtro de onda senoidal. Si se necesita un ajuste global, retire el filtro de onda senoidal mientras realice un AMA total. Una vez finalizado el AMA, vuelva a insertar el filtro de onda senoidal.
- Si los motores están acoplados en paralelo, utilice únicamente un AMA reducido, si fuera necesario.
- Si utiliza motores síncronos, evite realizar un AMA completo. Si se aplica a motores síncronos, lleve a cabo un AMA reducido y ajuste manualmente los datos del motor ampliados. La función AMA no se aplica a motores de magnetización permanente.
- El convertidor de frecuencia no produce par motor durante un AMA. Durante un AMA, es obligatorio que la aplicación no fuerce el eje del motor, que es lo que puede ocurrir, por ejemplo, con las aspas de los sistemas de ventilación. Esto perturba el funcionamiento del AMA.

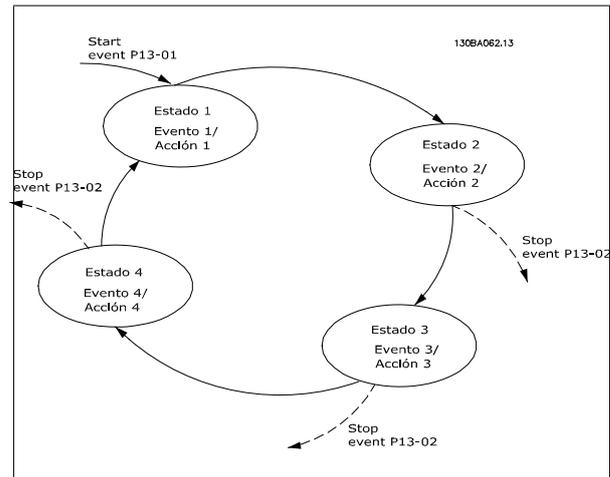
6.1.5. Smart Logic Control

El Smart Logic Control (SLC) es esencialmente una secuencia de acciones definidas por el usuario (véase el 13-52), que son ejecutadas por el SLC cuando el *evento* asociado definido por el usuario (véase el par. 13-51), es evaluado como VERDADERO por el SLC.

Los *eventos* y las *acciones* están numerados y vinculados entre sí en parejas denominadas estados. Esto significa que cuando se complete el *evento* [1] (cuando alcance el valor VERDADERO), se ejecutará la *acción* [1]. Después de esto, se evaluarán las condiciones del *evento* [2], y si se evalúan como VERDADERAS, se ejecutará la *acción* [2], y así sucesivamente. Los eventos y las acciones se colocan en parámetros indexados.

Se evaluará solamente un *evento* en cada momento. Si un *evento* se considera FALSO, no sucede nada (en el SLC) durante el presente ciclo y no se evaluará ningún otro *evento*. Esto significa que cuando el SLC se inicia, evalúa el *evento* [1] (y sólo el *evento* [1]) en cada ciclo. Sólo cuando el *evento* [1] sea considerado VERDADERO, el SLC ejecuta la *acción* [1] e inicia la evaluación del *evento* [2].

Se pueden programar de 0 a 20 *eventos* y *acciones*. Cuando se haya ejecutado el último *evento* / *acción*, la secuencia vuelve a comenzar desde el *evento* [1] / *acción* [1]. La ilustración muestra un ejemplo con tres *eventos* / *acciones*.



6.1.6. Programación de Smart Logic Control

Una nueva y útil función del convertidor de frecuencia VLT AQUA es el Smart Logic Control (SLC).

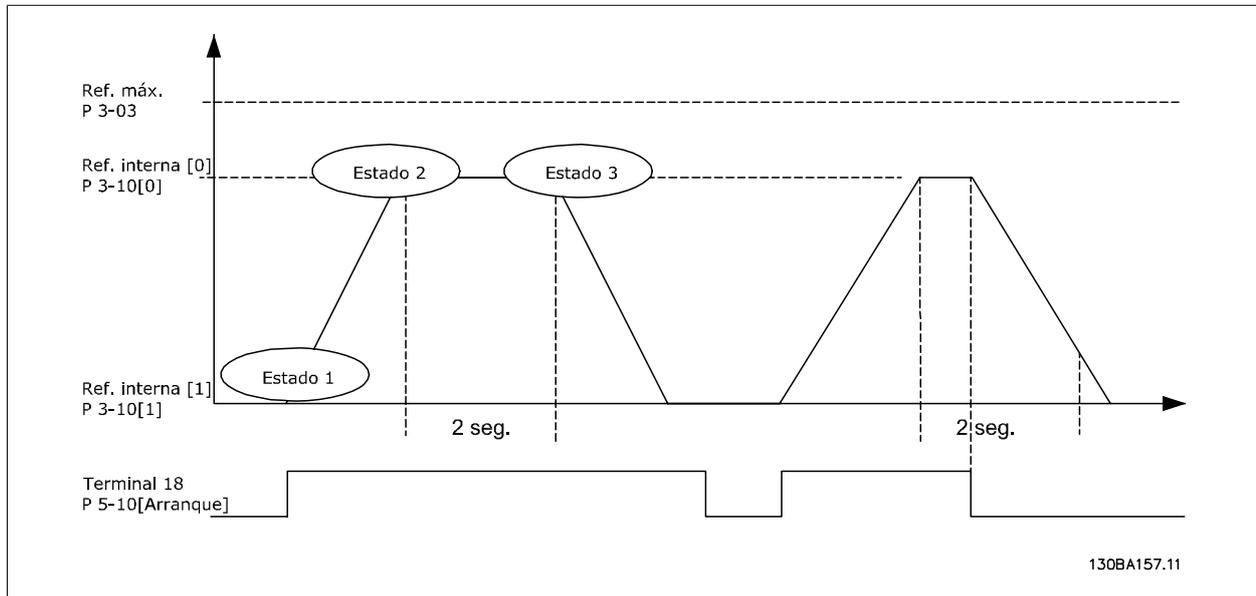
En las aplicaciones en que un PLC genera una secuencia simple, el SLC puede encargarse de tareas elementales del control principal.

El SLC está diseñado para actuar desde el evento enviado al convertidor de frecuencia VLT AQUA o generado en él. Entonces, el convertidor de frecuencia realizará la acción preprogramada.

6.1.7. Ejemplo de aplicación del SLC

Una secuencia 1:

Arranque, rampa de aceleración, funcionamiento a la velocidad de referencia durante 2 segundos, rampa de deceleración y detención del eje hasta la parada.



Ajuste los tiempos de rampa en los par. 3-41 y 3-42 a los valores deseados.

$$t_{rampa} = \frac{t_{acel} \times n_{norm} (par. 1 - 25)}{\Delta ref [RPM]}$$

Ajuste el terminal 27 a *Sin función* (par. 5-12)

Ajuste la Referencia interna 0 a la primera velocidad preajustada (par. 3-10 [0]) en forma de porcentaje de la Velocidad de referencia máxima (par. 3-03).

Ex.: 60%

Ajuste la Referencia interna 1 a la segunda velocidad preajustada (par. 3-10 [1]). Ej.: 0 % (cero).

Ajuste el temporizador 0 para una velocidad de funcionamiento constante en el par. 13-20 [0]. Ex.: 2 s

Ajustar el Evento 1 del par. 13-51 [1] a *Verdadero* [1]

Ajustar el Evento 2 del par. 13-51 [2] a *En referencia* [4]

Ajustar el Evento 3 del par. 13-51 [3] a *Tiempo límite 0* [30]

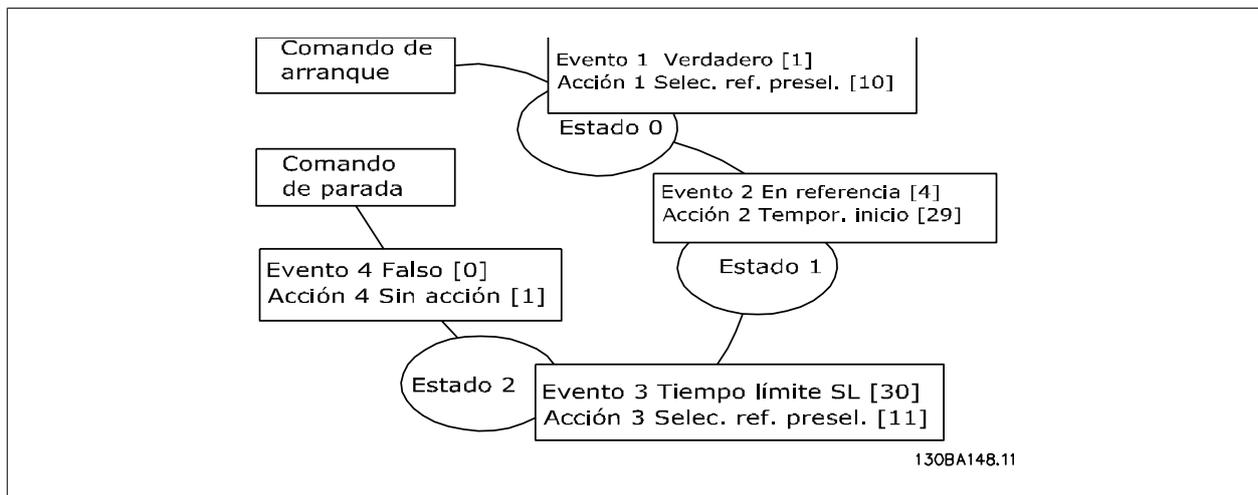
Ajustar el Evento 4 del par. 13-51 [1] a *Falso* [0]

Ajustar la Acción 1 del par. 13-52 [1] a *Selec. ref. preSEL. 0* [10]

Ajustar la Acción 2 del par. 13-52 [2] a *Tempor. inicio 0* [29]

Ajustar la Acción 3 del par. 13-52 [3] a *Selec. ref. preSEL. 1* [11]

Ajustar la Acción 4 del par. 13-52 [4] a *Sin acción* [1]



Ajuste el Smart Logic Control en el par. 13-00 a Sí.

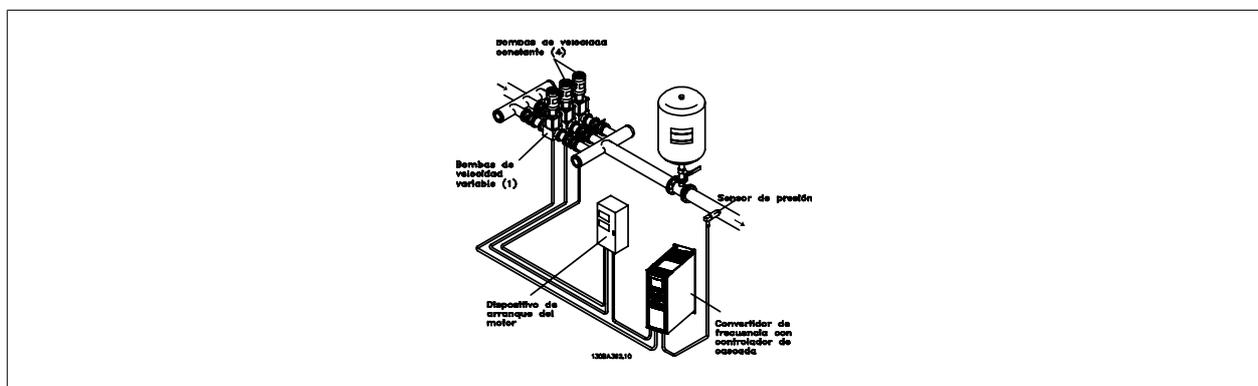
El comando de arranque/parada se aplica en el terminal 18. Si se aplica la señal de parada, el convertidor de frecuencia se desacelerará y pasará a modo libre.

6

6.1.8. Controlador de cascada BASIC

El controlador de cascada BASIC se utiliza en aplicaciones de bombeo en las que es necesario mantener una cierta presión ("altura") o nivel en un amplio rango dinámico. Hacer funcionar una bomba grande a velocidad variable y en un amplio rango no es una solución ideal debido al bajo rendimiento de las bombas a baja velocidad. En la práctica, el límite es el 25% de la velocidad nominal de la bomba a plena carga.

En el controlador de cascada BASIC, el convertidor de frecuencia controla un motor de velocidad variable (guía) como la bomba de velocidad variable, y puede activar y desactivar dos bombas de velocidad constante adicionales. Variando la velocidad de la bomba inicial, se consigue el control de velocidad variable de todo el sistema. Esto mantiene una presión constante a la vez que elimina picos de presión, lo que se traduce en una menor fatiga del sistema y en un funcionamiento más silencioso de los sistemas de bombeo.



Bomba guía fija

Los motores deben tener el mismo tamaño. El controlador de cascada BASIC permite que el convertidor de frecuencia controle hasta 3 bombas de igual tamaño, utilizando los dos relés internos de la unidad. Cuando la bomba variable (guía) está conectada directamente al convertidor de frecuencia, las otras 2 bombas están controladas por los 2 relés internos. Cuando está activada la alternancia de bombas guía, las bombas se conectan a los relés internos y el convertidor de frecuencia es capaz de operar 2 bombas.

Alternancia de bomba guía

Los motores deben tener el mismo tamaño. Esta función permite alternar el convertidor de frecuencia entre las bombas del sistema (máximo 2 bombas). En esta operación el tiempo de funcionamiento entre bombas se iguala, reduciendo la necesidad de mantenimiento de las bombas e incrementando la fiabilidad y el tiempo de vida del sistema. La alternancia de la bomba guía puede tener lugar por una señal de comando o por etapas (añadiendo otra bomba).

El comando puede ser una alternancia manual o una señal de evento de alternancia. Si se selecciona el evento de alternancia, la alternancia de bomba guía se produce cada vez que se produzca el evento. Las posibles selecciones incluyen: cuando transcurra un tiempo de alternancia, a una hora determinada del día o cuando la bomba guía pasa a modo reposo. La conexión por etapas viene determinada por la carga real del sistema.

Un parámetro individual limita la alternancia para que sólo se produzca si la capacidad total requerida es superior al 50 %. La capacidad total de bombeo está determinada por la capacidad de la bomba guía más las capacidades de las bombas de velocidad fija.

Gestión del ancho de banda

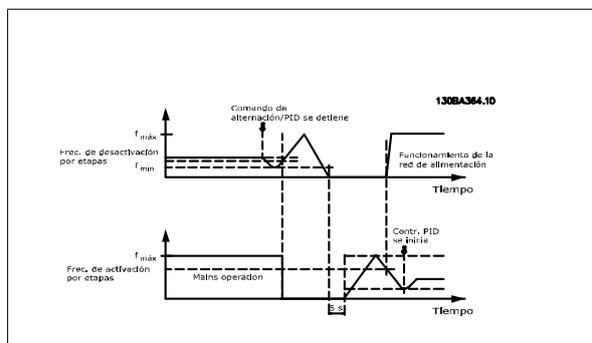
En los sistemas de control en cascada, para evitar el cambio frecuente de bombas de velocidad fija, la presión del sistema deseada se mantiene normalmente dentro de un ancho de banda en lugar de mantenerse a un nivel constante. El ancho de banda por etapas proporciona el ancho de banda requerido para el funcionamiento. Cuando se produce un cambio grande y rápido en la presión del sistema, la "Anulación de banda" anula el Ancho de banda por etapas, para evitar una respuesta inmediata a un cambio en la presión de corta duración. Se puede programar un temporizador de anulación de ancho de banda para evitar la activación por etapas hasta que la presión del sistema se haya estabilizado y se haya establecido el control normal.

Cuando el controlador en cascada está activado y el convertidor de frecuencia emite una alarma de desconexión, la altura del sistema se mantiene activando y desactivando por etapas las bombas de velocidad fija. Para evitar la activación y desactivación por etapas frecuente, y minimizar las fluctuaciones de la presión, se utiliza un Ancho de banda de velocidad fija más amplio, en lugar del Ancho de bandas por etapas.

6

6.1.9. Conexión por etapas de bombas con alternancia de bomba guía

Con la alternancia de bomba guía activada, se controlan un máximo de dos bombas. En un comando de alternancia, el controlador PID se detiene, la bomba guía realizará una rampa hasta la frecuencia mínima (f_{min}) y, después de una demora, realizará una rampa hasta la máxima frecuencia (f_{max}). Cuando la velocidad de la bomba guía alcance la frecuencia de desactivación por etapas, la bomba de velocidad fija será excluida (desactivada por etapas). La bomba guía continúa en rampa de aceleración, y después realiza una rampa de deceleración hasta la parada y los dos relés son desconectados.



Tras una pausa, el relé de la bomba de velocidad fija se conecta (por etapas) y esta bomba se convierte en la nueva bomba guía. La nueva bomba guía realiza una rampa de aceleración hasta la velocidad máxima y después decelera hasta la velocidad mínima. Cuando la rampa de deceleración alcanza la frecuencia de conexión por etapas, la antigua bomba guía es conectada (por etapas) a la red como la nueva bomba de velocidad fija.

Si la bomba guía ha estado funcionando a la frecuencia mínima (f_{min}) durante un lapso de tiempo programado, con una bomba de velocidad fija funcionando, la bomba guía contribuye poco al sistema. Cuando el lapso de tiempo programado expira, la bomba guía es eliminada, evitando problemas de calentamiento de agua.

6.1.10. Estado y funcionamiento del sistema

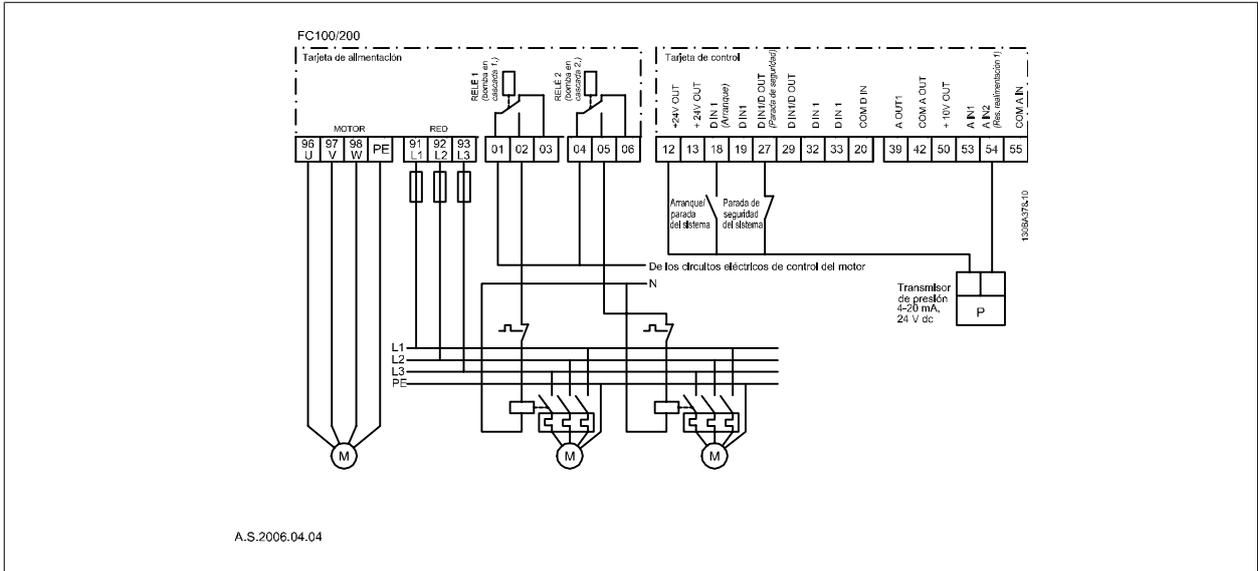
Si la bomba guía pasa a Modo reposo, la función se muestra en el Panel de control local. Es posible alternar la bomba guía estando en modo de reposo.

Cuando el controlador en cascada está activado, el estado de funcionamiento de cada bomba y del controlador en cascada se muestran en el Panel de control local. La información mostrada incluye:

- Estado de las bombas, que es una lectura de los datos de estado de los relés asignados a cada bomba. El display muestra las bombas que están desactivadas, apagadas, funcionando en el convertidor de frecuencia o funcionando con la alimentación de red/arrancador del motor.
- El Estado de cascada es una lectura de datos del estado del Controlador de cascada. El display muestra si el Controlador en cascada está desactivado, si todas las bombas están apagadas, si una emergencia ha detenido todas las bombas, si todas las bombas que están funcionando a velocidad fija están siendo conectadas/desconectadas por etapas, y si se está produciendo la alternancia de bomba guía.
- La desconexión por etapas cuando no hay caudal asegura que todas las bombas de velocidad fija son detenidas individualmente hasta que desaparezca el estado de falta de caudal.

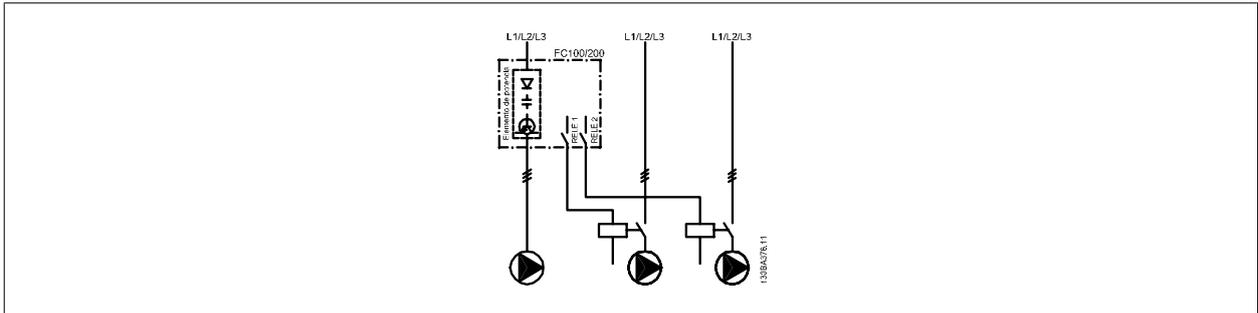
6.1.11. Diagrama de cableado del Controlador de cascada

El diagrama de cableado muestra un ejemplo con el controlador de cascada integrado BASIC con una bomba de velocidad variable (guía) y dos bombas de velocidad fija, un transmisor de 4-20 mA y un sistema de parada de seguridad.

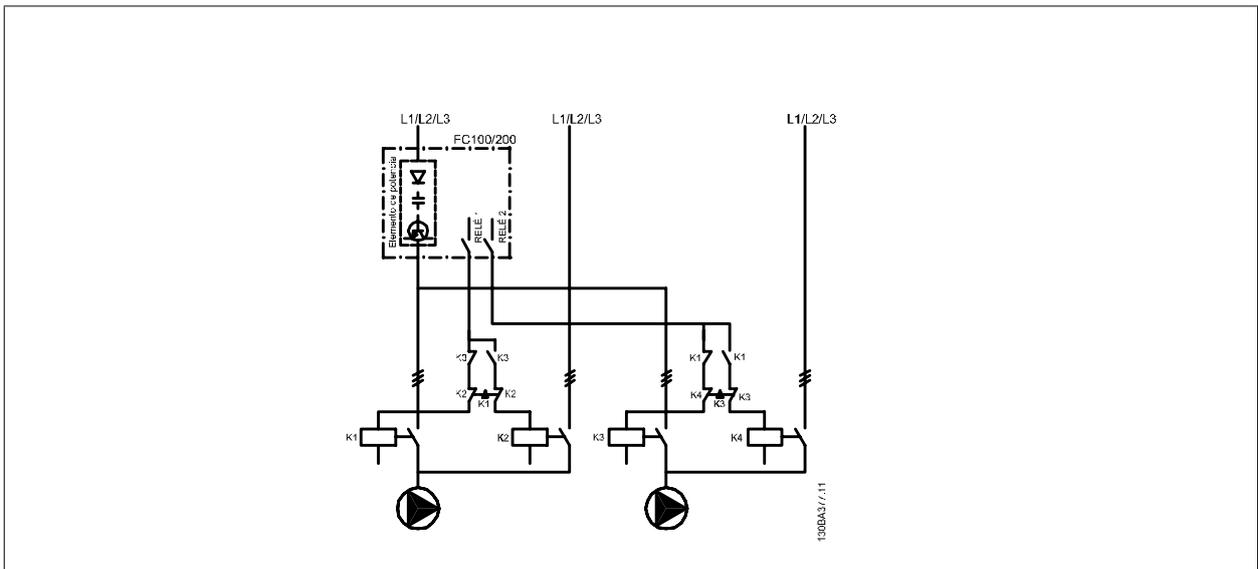


6

6.1.12. Diagrama de cableado de bombas de velocidad fija variable



6.1.13. Esquema eléctrico de alternancia de bomba guía



Cada bomba debe estar conectada a dos contactores ((K1/K2 y K3/K4) con un sistema mecánico de parada de seguridad. Deben utilizarse relés térmicos u otros sistemas de protección conformes a las normas locales y/o a las necesidades individuales.

- RELÉ 1 y RELÉ 2 son los relés integrados del convertidor de frecuencia.
- Cuando todos los relés están sin alimentación, el primer relé integrado que sea alimentado conectará el contactor correspondiente a la bomba controlada por el relé. Por ejemplo, el RELÉ 1 conecta el contactor K1, que se convierte en la bomba guía.
- K1 bloquea K2 mediante la parada de seguridad mecánica, evitando que se conecte la alimentación a la salida del convertidor de frecuencia (a través de K1).
- Un interruptor de corte auxiliar en K1 evita que K3 se conecte.
- RELÉ 2 controla el contactor K4 para controlar el encendido/apagado de la bomba de velocidad fija.
- En la alternancia, ambos relés dejarán de alimentarse, y después RELÉ 2 será alimentado como primer relé.

6.1.14. Condiciones de arranque/parada

Comandos asignados a las entradas digitales. Consulte *Entradas digitales*, par 5-1*

	Bomba de velocidad variable (guía)	Bombas de velocidad fija
Arranque (ARRANQUE/PARADA SISTEMA)	Acelera en rampa (si está parada y hay demanda)	Conexión por etapas (si está parada y hay demanda)
Arranque bomba guía	Acelera en rampa si ARRANQUE SISTEMA está activo	No afectada
Parada en inercia (PARADA EMERGENCIA)	Parada en inercia	Desconectadas (relés integrados sin alimentación)
Parada de seguridad	Parada en inercia	Desconectadas (relés integrados sin alimentación)

Funciones de los botones del Panel de control local

	Bomba de velocidad variable (guía)	Bombas de velocidad fija
[Hand On] (Control local)	Rampa de aceleración (si está parado por un comando de parada normal) o permanece en funcionamiento si ya lo está	Desactivación por etapas (si está funcionando)
[Off] (Apagado)	Rampa de deceleración	Corte
[Auto On] (Automático)	Arranca y para conforme a los comandos que lleguen a través de los terminales o del bus serie	Activación/desactivación por etapas

6.1.15. Bomba sumergible Aplicación

El sistema consta de una bomba sumergible controlada por un convertidor VLT AQUA de Danfoss y un transmisor de presión. El transmisor ofrece una señal de realimentación de 4-20 mA al convertidor VLT AQUA, que mantiene una presión constante al controlar la velocidad de la bomba. Para diseñar un convertidor de frecuencia para una aplicación de bomba sumergible, se deben tener en cuenta ciertos puntos. Por lo tanto, el convertidor utilizado debe seleccionarse de acuerdo con la intensidad del motor.

1. El motor se denomina "motor de tambor", con un tambor de acero inoxidable entre el rotor y el estátor. Hay un espacio de aire más grande y más resistente al magnetismo que en un motor normal, provocando un campo más débil que da como resultado unos motores diseñados con una intensidad nominal superior que en un motor normal con una potencia nominal similar.
2. La bomba contiene cojinetes de empuje que pueden resultar dañados si se utilizan a una velocidad inferior a la mínima, que normalmente será de 30 Hz.
3. La reactancia del motor es no lineal en motores para bombas sumergibles y, por lo tanto, puede que no sea posible la AMA. No obstante, normalmente, las bombas sumergibles se accionan con cables largos de motor que pueden eliminar la reactancia de motores no lineales y permitir que se lleve a cabo la AMA. Si la AMA falla, los datos del motor pueden ajustarse en el grupo de parámetros 1-3* (véase la hoja de datos del motor). Recuerde que si la AMA se lleva a cabo con éxito, el convertidor compensará la caída de tensión en los cables largos del motor, por lo que si los datos avanzados del motor se introducen manualmente, la longitud de los cables del motor debe tenerse en cuenta para optimizar el rendimiento del sistema.
4. Es importante que el sistema se accione con un desgaste mínimo de la bomba y del motor. Un filtro de ondas sinusoidales de Danfoss puede reducir la tensión de aislamiento del motor y aumentar su vida útil (comprobar la capacidad de aislamiento del motor y las especificaciones del convertidor VLT AQUA). Se recomienda utilizar un filtro para reducir la necesidad de reparaciones.
5. El rendimiento de EMC puede ser complicado de obtener debido a que el cable de la bomba especial, que puede soportar condiciones de humedad en el pozo, normalmente no está apantallado. Una solución podría utilizar un cable apantallado por encima del pozo y fijar la pantalla al tubo del pozo si éste es de acero (también puede ser de plástico). Un filtro de onda sinusoidal también reducirá las EMI en cables de motor no apantallados.

El "motor de tambor" especial se utiliza debido a las condiciones de instalación en zonas húmedas. El convertidor debe diseñarse para el sistema de acuerdo con la intensidad de salida que puede hacer funcionar el motor a potencia nominal.

Para evitar daños en los cojinetes de empuje de la bomba, es importante pasar la bomba de parada a velocidad mínima de la forma más rápida posible. Los principales fabricantes de bombas sumergibles recomiendan que la bomba tenga una rampa de velocidad mínima (30 Hz) con un máx. de 2-3 segundos. El nuevo convertidor VLT® AQUA está diseñado con una rampa inicial y otra final para estas aplicaciones. Las rampas inicial y final son 2 rampas individuales, en las que la rampa inicial, si está activada, hace que el motor pase de modo de parada a veloc. mínima y que cambie de forma automática a rampa normal, momento en el que se alcanza la velocidad mínima. La rampa final hará lo contrario, desde velocidad mínima a parada en una situación de parada.

El modo de llenado de tuberías puede activarse para evitar el golpeteo del agua. El convertidor VLT AQUA de Danfoss es capaz de llenar tuberías verticales utilizando el controlador PID para aumentar lentamente la presión con una tasa especificada por el usuario (unidades/segundo). De estar activado el convertidor, cuando éste alcance la velocidad mínima tras el arranque, entrará en el modo de llenado de tuberías. La presión aumentará lentamente hasta que alcance el punto establecido por el usuario para el llenado de tuberías, donde después de que el convertidor desactive automáticamente el modo de llenado de tuberías, continuará con un funcionamiento normal de lazo cerrado.

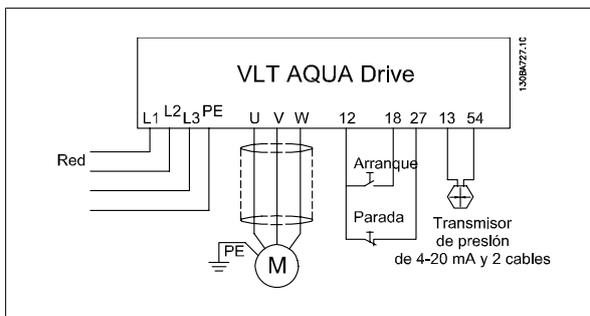
Esta opción está diseñada para aplicaciones de irrigación.



Cableado eléctrico

Configuraciones típicas de parámetros
 Configuraciones típicas/recomendadas entre paréntesis ().
 Parámetros:

Potencia nominal del motor	Par. 1-20 / par. 1-21
Tensión nominal del motor	Par. 1-22
Intensidad motor	Par. 1-24
Velocidad nominal del motor	Par. 1-28
Activar Adaptación automática del motor (AMA en par. 1-29)	



¡NOTA!
 Ajuste la entrada analógica 2, (terminal (54) formato como mA. (interruptor 202).

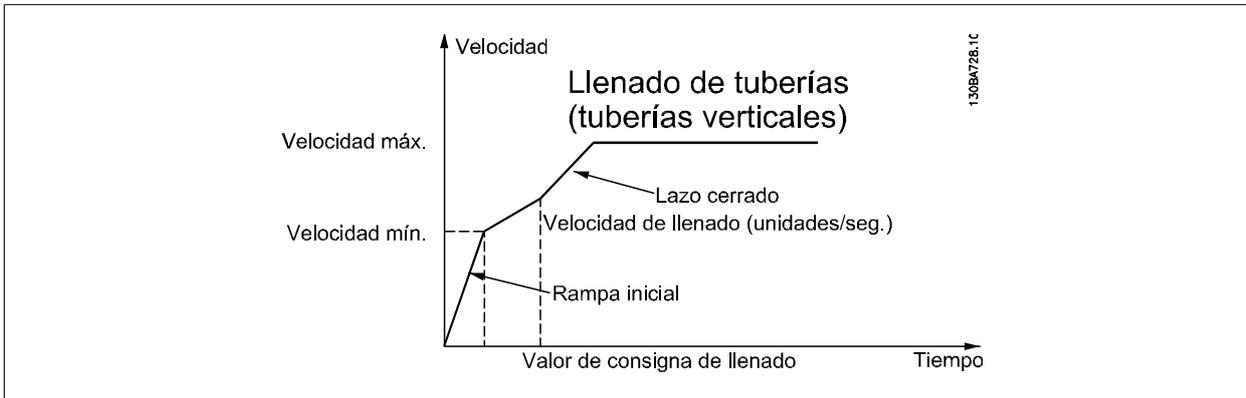
6

Referencia mín.	Par. 3-01	(30 Hz)
Referencia máx.	Par. 3-02	(50/60 Hz)
Tiempo de rampa de aceleración inicial	Par. 3-84	(2 s)
Tiempo de rampa de deceleración final	Par. 3-88	(2 s)
Tiempo normal de rampa de aceleración.	Par. 3-41	(8 s, dependiendo del tamaño)
Tiempo normal de rampa de deceleración	Par. 3-42	(8 s, dependiendo del tamaño)
Veloc. mín. motor	Par. 4-11	(30 Hz)
Veloc. máx. motor	Par. 4-13	(50/60 Hz)

Utilice el Asistente "Lazo cerrado" en "Menú Rápido_Ajuste de funciones" para configurar de forma sencilla los ajustes de realimentación en el controlador PID.

Modo de llenado de las tuberías

Activación llenado tubería	Par. 29-00
Velocidad llenado tubería	Par. 29-04 (Unidades de realimentación/s)
Consigna rellenada	Par. 29-05 (Unidades realim.)



6.1.16. Aplicación en el funcionamiento de convertidores maestros/auxiliares

Descripción de la aplicación

El sistema utilizado como ejemplo contiene 4 bombas del mismo tamaño en un sistema de distribución de agua. Cada una de ellas está conectada a un convertidor VLT AQUA de Danfoss. Un transmisor de presión con un formato analógico de 4-20 mA se utiliza como realimentación y se conecta a uno de los convertidores, específicamente al convertidor maestro. El convertidor maestro también incluye la opción de controlador de cascada amplificado MCB-101 VLT de Danfoss. El propósito del sistema es mantener una presión constante en el sistema.

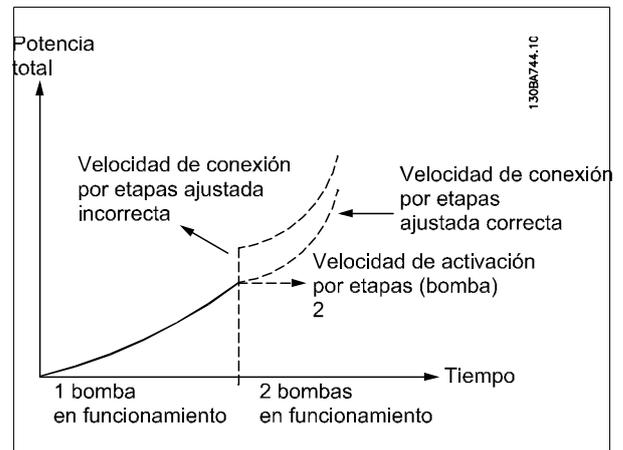
Los motivos para usar un convertidor maestro / auxiliar en lugar del control de cascada estándar pueden ser:

- En sistemas de tubos antiguos y débiles donde una presión alta puede provocar fugas, el alto rendimiento del modo maestro / auxiliar puede suponer un beneficio real.
- En sistemas de agua de presión constante, las bombas pueden accionarse del modo más eficaz utilizando el modo maestro / auxiliar.
- En sistemas con grandes variaciones de caudal, el modo maestro / auxiliar de reacción rápida mantendrá de forma segura y rápida una presión constante.
- Instalación muy sencilla - sin necesidad de equipos externos. Los convertidores pueden suministrarse en IP55 o incluso en IP66, lo que significa que no se necesitan paneles, excepto para los fusibles.

Puntos que deben tenerse en cuenta

En comparación con el control de cascada tradicional, el número de bombas en funcionamiento se controla mediante la velocidad en lugar de la realimentación. Para obtener el mayor ahorro de energía posible, la velocidad de conexión y desconexión por etapas debe ajustarse de forma correcta dependiendo del sistema. Para entender mejor este principio, consulte la figura 1.

La velocidad de conexión y desconexión por etapas la ajusta el usuario para cada fase. La velocidad correcta depende de la aplicación y del sistema. En el software VLT AQUA con una versión posterior a la 1.05, la velocidad será ajustada de forma automática por parte del convertidor. También pueden determinarse los ajustes correctos utilizando el software de Danfoss para PC llamado MUSEC, que puede descargarse desde la página de inicio: www.danfoss.com Para comenzar, pueden utilizarse los ajustes mostrados en la tabla 1 como inicio para la mayoría de las aplicaciones.



	Velocidad de conex. por etapas (Par. 27-31)	Veloc. desact. por etapas (Par. 27-33)
Fase 1	0	33
Fase 2	49	35
Fase 3	47	37
Fase 4	45	39

Tabla 6.1: Ejemplo de velocidad de conexión y desconexión por etapas

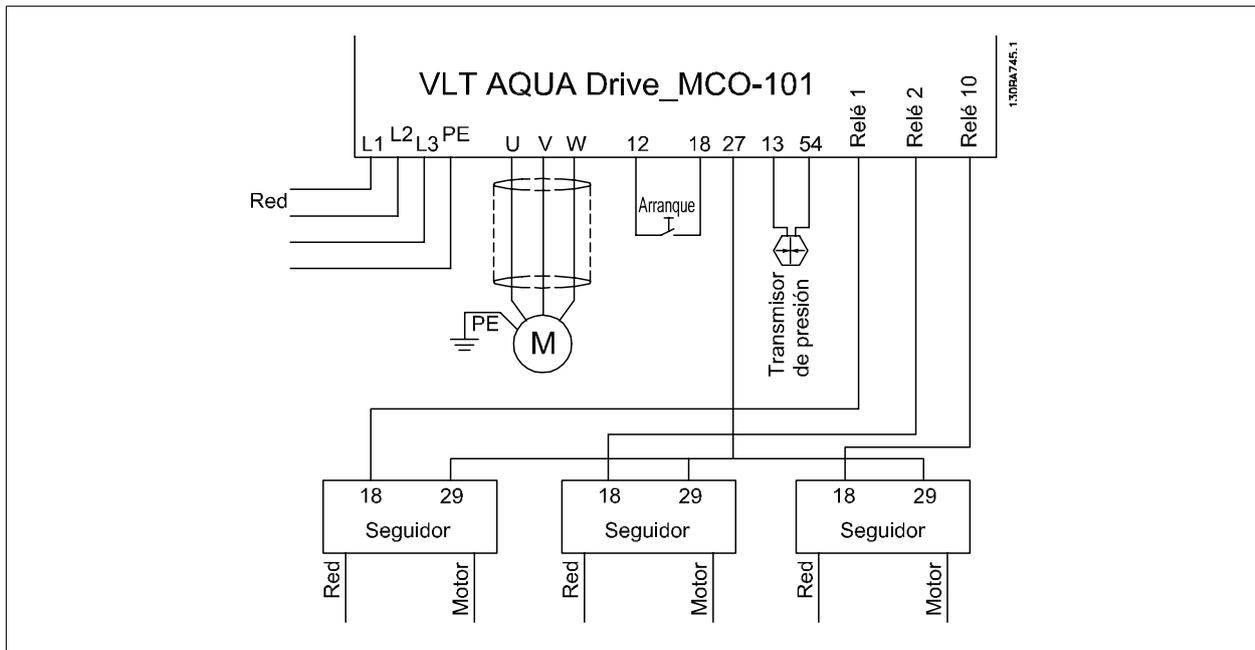


Ilustración 6.3: Cableado eléctrico. El terminal 27 del convertidor maestro se utiliza como referencia de salida de pulsos. El terminal 29 de los siguientes convertidores se utiliza como referencia de entrada de pulsos. Todos los convertidores seguidos se conectan a la alimentación eléctrica y al motor del mismo modo que el convertidor maestro simbolizado con el texto: *Red eléctrica y motor*.



¡NOTA!

Tenga en cuenta que: el formato de la entrada analógica se ajusta utilizando el interruptor S201 debajo del LCP.

Configuración de parámetros

Ajustes básicos para convertidores maestros y seguidores:

Parámetros:

Cambiar de RPM a Hz como unidad de velocidad	par. 0-02
Potencia nominal del motor	par. 1-20/par. 1-21 (kW/HP)
Tensión nominal del motor	par. 1-22
Intensidad motor	par. 1-24
Velocidad nominal del motor	par. 1-25
Comprob. rotación	par. 1-28
Activar Adaptación automática del motor (AMA en par. 1-29)	

Tiempo de rampa de aceleración	par. 3-41	(5 s* Dependiendo del tamaño)
Tiempo de rampa de deceleración	par. 3-42	(5 s* Dependiendo del tamaño)
Mínima velocidad motor	par. 4-11	(25 Hz)
Máxima velocidad motor	par. 4-13	(50 Hz)

Ajustes sólo para el convertidor maestro

1. Utilice el Asistente "Lazo cerrado" en "Menú Rápido_Ajuste de funciones" para configurar de forma sencilla los ajustes de realimentación y el controlador PID.
2. Ajuste la configuración del convertidor maestro en el par. 27-**

Activar el convertidor maestro/auxiliar	par. 27-10
Ajuste el número de convertidores	par. 27-11
Ajuste la velocidad de conex. por etapas de acuerdo con la tabla 1	par. 27-3*
Configure el Relé 1 como: Convertidor 2 Activar	par. 27-70
Configure el Relé 2 como: Convertidor 3 Activar	par. 27-70
Configure el Relé 10 como: Convertidor 4 Activar	par. 27-70

Ajustes sólo para convertidores auxiliares	
Ajuste el terminal 29 para entrada de pulsos	par. 5-13
Ajuste el terminal 29 de frecuencia alta a 5.000 Hz	par. 5-51

Funcionamiento

Cuando el sistema está ajustado para su funcionamiento, el convertidor maestro ejecutará automáticamente el "equilibrio de tiempo de funcionamiento" en todos los convertidores que activarán el número necesario de bombas dependiendo de la demanda. Si, por algún motivo, el usuario desea dar prioridad a determinados motores, es posible dar prioridad a las bombas en el par. 27-16 en tres niveles. (Prioridad 1, Prioridad 2 y bomba de repuesto). Las bombas con prioridad 2 sólo se conectarán por etapas cuando no haya ninguna bomba de prioridad 1 disponible. Puede que sea necesario ajustar de forma precisa la velocidad de conexión/desconexión por etapas para optimizar el consumo de energía.



7. RS-485 Instalación y configuración

7.1. RS-485 Instalación y configuración

7.1.1. Descripción general

RS-485 es una interfaz de bus de dos hilos compatible con la topología de red multi-drop, es decir, en la que los nodos se pueden conectar como un bus, o mediante cables conectados a una línea de tronco común. Se pueden conectar un total de 32 nodos a un segmento de red.

Los segmentos de la red están divididos por repetidores. Tenga en cuenta que cada repetidor funciona como un nodo dentro del segmento en el que está instalado. Cada nodo conectado en una red determinada, debe tener una dirección de nodo única en todos los segmentos.

Cada segmento debe terminarse en ambos extremos, utilizando bien el conmutador de terminación (S801) del convertidor de frecuencia, o bien una resistencia de terminación de red adecuada. Utilice siempre cable de par trenzado y apantallado (STP) para cablear el bus, y siga siempre unas buenas prácticas de instalación.

Es importante disponer de una conexión a tierra de baja impedancia para el apantallamiento de cada nodo, también a frecuencias altas. Esto se puede conseguir conectando una gran superficie del apantallamiento a tierra, por ejemplo por medio de una mordaza de cable o un casquillo para paso de cable conductor. Puede ser necesario utilizar cables equalizadores de potencial para mantener el mismo potencial de masa en toda la red, particularmente en instalaciones en las que hay grandes longitudes de cable.

Para evitar diferencias de impedancia, utilice siempre el mismo tipo de cable en toda la red. Cuando conecte un motor al convertidor de frecuencia, utilice siempre cable de motor apantallado.

Cable: Par trenzado apantallado (STP)

Impedancia: 120 ohmios

Long. de cable: máximo 1.200 m (incluidas los ramales conectables)

Máximo 500 metros entre estaciones.

7.1.2. Conexión de red

Conecte el convertidor de frecuencia a la red RS-485 de la siguiente forma (consulte también el diagrama):

1. Conecte los cables de señal al terminal 68 (P+) y al terminal 69 (N-) en la placa de control principal del convertidor de frecuencia.
2. Conecte la pantalla del cable a las abrazaderas.



¡NOTA!

Se recomienda utilizar cable de par trenzado y apantallado, a fin de reducir el ruido entre los conductores.

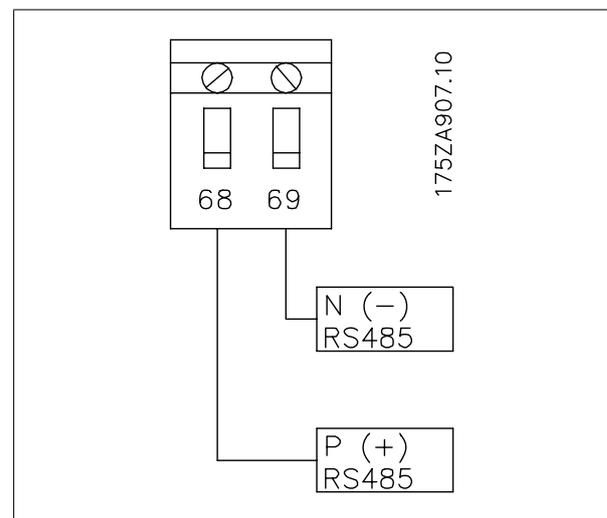
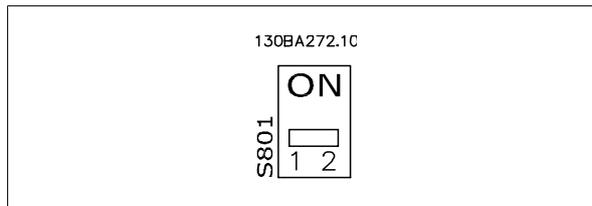


Ilustración 7.1: Conexión de terminales de red

7.1.3. Configuración del hardware del VLT AQUA

Utilice el interruptor DIP terminador de la placa de control principal del convertidor de frecuencia para terminar el bus RS-485.



Ajuste de fábrica del interruptor terminador



¡NOTA!

El ajuste de fábrica del interruptor DIP es OFF (desactivado).

7.1.4. Ajustes de parámetros de la comunicación Modbus del VLT AQUA

Los siguientes parámetros son de aplicación a la interfaz RS-485 (puerto FC):

Número del parámetro	Nombre del parámetro	Función
8-30	Protocolo	Seleccionar el protocolo de aplicación a utilizar en la interfaz RS-485
8-31	Dirección	Ajustar la dirección del nodo. Nota: El rango de direcciones depende del protocolo seleccionado en el par. 8-30
8-32	Velocidad en baudios	Ajustar la velocidad en baudios. Nota: La velocidad predeterminada depende del protocolo seleccionado en el par. 8-30
8-33	Paridad de puerto del PC/bits de parada	Ajustar la paridad y el número de bits de parada. Nota: La selección predeterminada depende del protocolo seleccionado en el par. 8-30
8-35	Retardo de respuesta mínimo	Especificar un tiempo mínimo de retardo entre la recepción de una petición y la transmisión de la respuesta. Se puede usar para reducir retardo de procesamiento del módem.
8-36	Retardo de respuesta máximo	Especificar un tiempo de retardo máximo entre la transmisión de una petición y la recepción de una respuesta.
8-37	Retardo máx. intercaracteres	Especificar un tiempo de retardo máximo entre dos bytes recibidos para asegurar el tiempo límite si la transmisión se interrumpe.

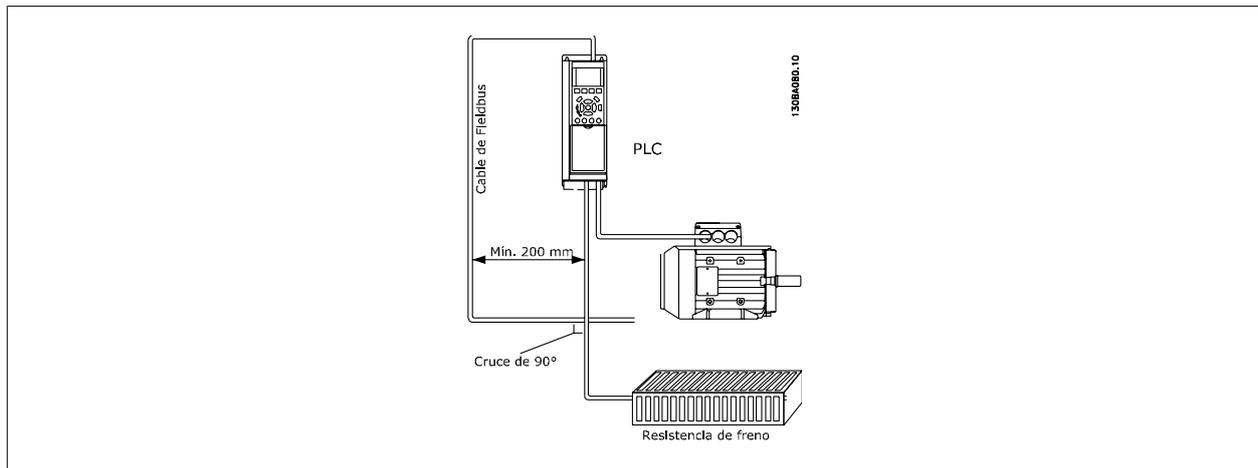
7.1.5. Precauciones de EMC

Se recomienda adoptar las siguientes recomendaciones de compatibilidad electromagnética (EMC) para que la red RS-485 funcione sin interferencias.



¡NOTA!

Deben cumplirse las disposiciones nacionales y locales que sean pertinentes, por ejemplo las relativas a la conexión a tierra a efectos de protección. El cable de comunicación RS-485 debe mantenerse alejado de los cables del motor y de la resistencia de freno para evitar el acoplamiento del ruido de alta frecuencia de un cable con otro. Normalmente basta con una distancia de 200 mm (8 pulgadas), pero en general se recomienda guardar la mayor distancia posible entre los cables, en particular cuando los cables se instalen en paralelo y cubran distancias largas. Si el cruce es inevitable, el cable RS-485 debe cruzar los cables de motor o de resistencia de freno, en un ángulo de 90°.



7.2. Aspectos generales del protocolo FC

El protocolo FC, también conocido como bus FC o bus estándar, es el protocolo estándar de Danfoss Drives. Define una técnica de acceso conforme al principio maestro-esclavo para las comunicaciones mediante un bus serie.

Pueden conectarse al bus un maestro y un máximo de 126 esclavos. Los esclavos son seleccionados individualmente por el maestro mediante un carácter de dirección incluido en el telegrama. Un esclavo no puede transmitir por sí mismo sin recibir previamente una petición para que lo haga, y tampoco es posible la transmisión directa de mensajes entre esclavos. Las comunicaciones se producen en modo half-duplex.

La función de maestro no se puede transmitir a otro nodo (sistema de maestro único).

La capa física es RS-485, utilizando, pues, el puerto RS-485 integrado en el convertidor de frecuencia. El protocolo FC admite varios formatos de telegrama; un formato corto, de 8 bytes, para proceso de datos, y un formato largo de 16 bytes que incluye también un canal de parámetros. Se utiliza un tercer formato para textos.

7.2.1. VLT AQUA con Modbus RTU

El protocolo FC proporciona acceso al código de control y a la referencia del bus del convertidor de frecuencia.

El código de control permite al maestro del Modbus controlar varias funciones importantes del convertidor de frecuencia.

- Arranque
- Detener el convertidor de frecuencia de diversas formas:
 - Paro por inercia
 - Parada rápida
 - Parada por freno de CC
 - Parada (de rampa) normal
- Reinicio tras desconexión por avería
- Funcionamiento a velocidades predeterminadas
- Funcionamiento en sentido inverso
- Cambio del ajuste activo
- Control de los dos relés integrados en el convertidor de frecuencia

La referencia de bus se utiliza normalmente para el control de la velocidad. También es posible acceder a los parámetros, leer sus valores y, donde es posible, escribir valores en ellos. Esto permite una amplia variedad de opciones de control, incluido el control del valor de consigna del convertidor de frecuencia cuando se utiliza el controlador PID interno.

7.3. Configuración de red

7.3.1. Ajustes del convertidor de frecuencia VLT AQUA

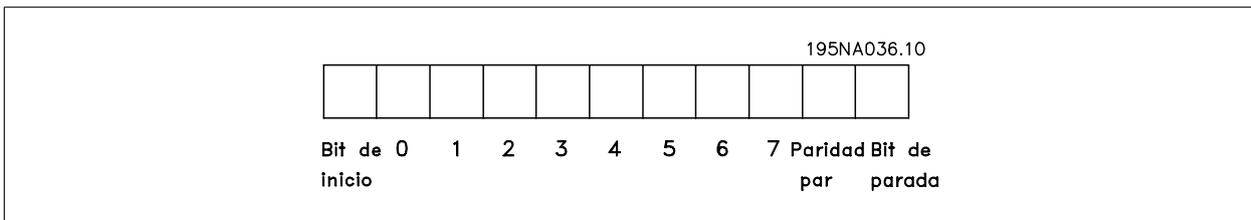
Ajuste los siguientes parámetros para activar el protocolo FC en el VLT AQUA.

Número del parámetro	Nombre del parámetro	Ajuste
8-30	Protocolo	FC
8-31	Dirección	1 - 126
8-32	Velocidad en baudios	2400 - 115200
8-33	Bits de paridad/parada	Paridad par, 1 bit de parada (predeterminado)

7.4. Estructura del formato de mensajes del protocolo FC

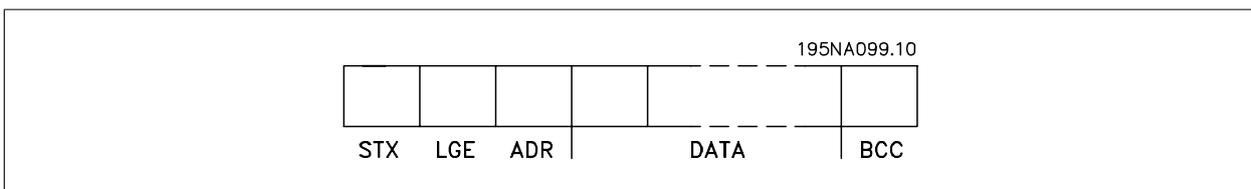
7.4.1. Contenido de un carácter (byte)

La transferencia de cada carácter comienza con el envío de un bit de inicio. A continuación, se transfieren 8 bits de datos, que corresponden a un byte. Cada carácter se asegura mediante un bit de paridad, que se ajusta a "1" cuando se cumple la paridad (es decir, cuando hay el mismo número de "1" en los 8 bits de datos y en el bit de paridad en total). Un carácter se completa con un bit de parada, por lo que consta de 11 bits en total.



7.4.2. Estructura de telegramas

Cada telegrama comienza con un carácter de inicio (STX)=02 Hex, seguido por un byte que indica la longitud del telegrama (LGE) y un byte que indica la dirección del convertidor de frecuencia (ADR). A continuación están los bytes de datos, en número variable dependiendo del tipo de telegrama. El telegrama se completa con un byte de control de datos (BCC).



7.4.3. Longitud del telegrama (LGE)

La longitud de un telegrama es el número de bytes de datos, más el byte de dirección ADR y el byte de control de datos BCC.

La longitud de un telegrama con 4 bytes de datos es $LGE = 4 + 1 + 1 = 6$ bytes

La longitud de un telegrama con 12 bytes de datos es $LGE = 12 + 1 + 1 = 14$ bytes

La longitud de los telegramas que contienen texto es 10^1+n bytes

¹⁾ El 10 representa los caracteres fijos, mientras que 'n' es variable (dependiendo de la longitud del texto).

7.4.4. Dirección del convertidor de frecuencia (ADR)

Se utilizan dos formatos diferentes para la dirección.

El rango de direcciones del convertidor de frecuencia es de 1 a 31 o de 1 a 126.

1. Formato de dirección 1-31:

Bit 7 = 0 (uso de formato 1-31 activado)

Bit 6 no se utiliza

Bit 5 = 1: Difusión, los bits de dirección (0-4) no se utilizan

Bit 5 = 0: Sin difusión

Bit 0-4 = Dirección del convertidor de frecuencia, 1-31

2. Formato de dirección 1-126:

Bit 7 = 1 (formato de dirección 1-126 activado)

Bit 0-6 = Dirección del convertidor de frecuencia, 1-126

Bit 0-6 = 0 Difusión

El esclavo devuelve el byte de la dirección sin cambios al maestro en el telegrama de respuesta.

7.4.5. Byte de control de datos (BCC)

La suma de verificación (checksum) se calcula como una función XOR. Antes de que se reciba el primer byte del telegrama, el checksum calculado es 0.

7.4.6. El campo de datos

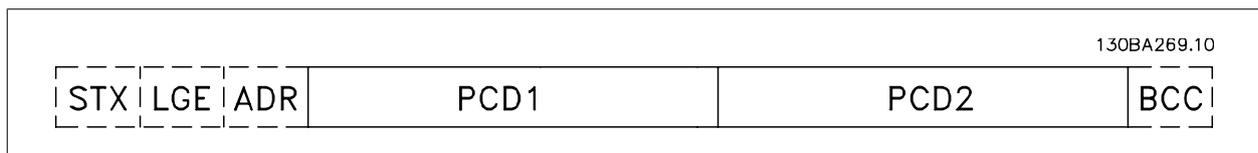
La estructura de los bloques de datos depende del tipo de telegrama. Hay tres tipos de telegramas, y el tipo se aplica tanto a telegramas de control (maestro=>esclavo) como a telegramas de respuesta (esclavo=>maestro).

Los tres tipos son los siguientes:

Bloque de proceso (PCD):

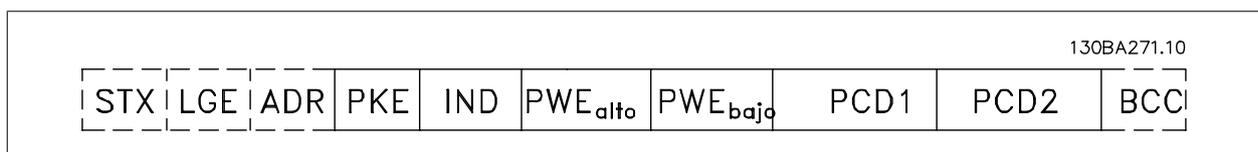
El bloque de proceso está formado por un bloque de datos de cuatro bytes (2 palabras) y contiene:

- código de control y valor de referencia (de maestro a esclavo)
- código de estado y frecuencia de salida actual (de esclavo a maestro).



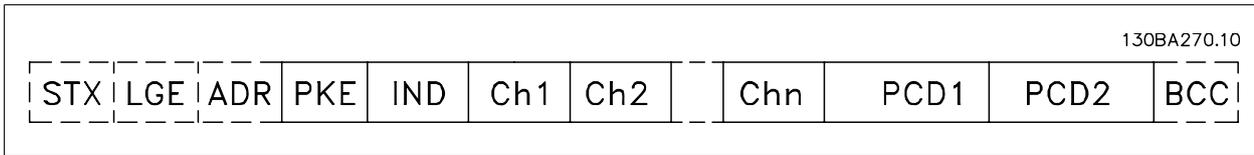
Bloque de parámetros:

El bloque de parámetros se utiliza para transferir parámetros entre un maestro y un esclavo. El bloque de datos está formado por 12 bytes (6 palabras) y también contiene el bloque de proceso.



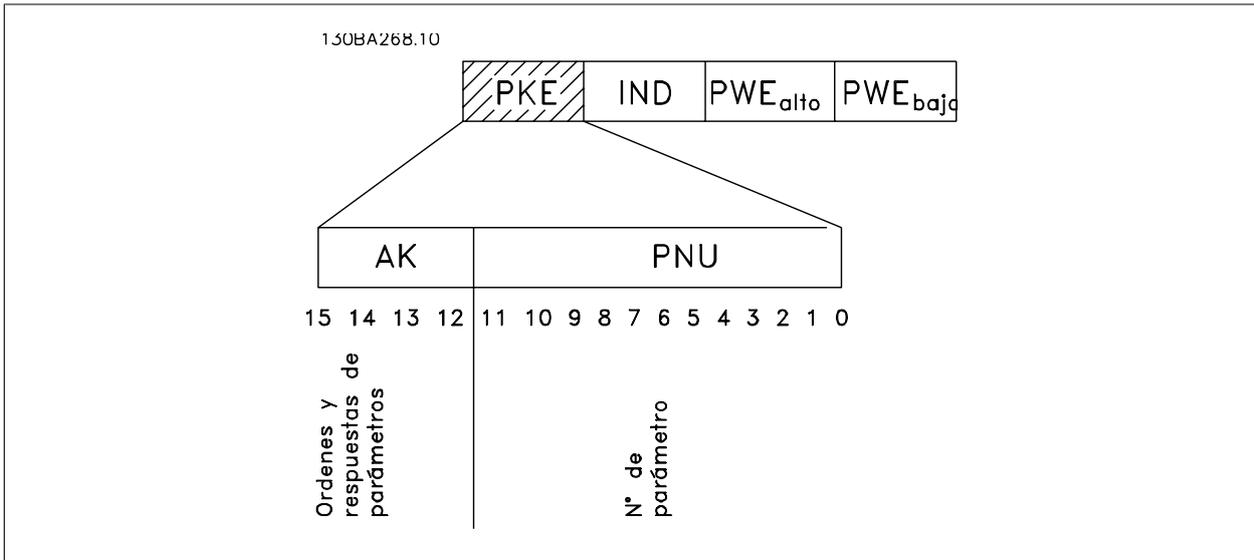
Bloque de texto:

El bloque de texto se utiliza para leer o escribir textos mediante el bloque de datos.



7.4.7. El campo PKE

El campo PKE contiene dos subcampos: comando de parámetro y respuesta (AK), y número de parámetro (PNU):



Los bits nº 12 a 15 transfieren comandos de parámetros del maestro al esclavo, y devuelven las respuestas procesadas del esclavo al maestro.

Comandos de parámetro maestro ⇒ esclavo				
Bit nº	Comando de parámetro			
15	14	13	12	
0	0	0	0	Ningún comando
0	0	0	1	Leer valor de parámetro
0	0	1	0	Escribir valor de parámetro en RAM (palabra)
0	0	1	1	Escribir valor de parámetro en RAM (doble palabra)
1	1	0	1	Escribir valor de parámetro en RAM y EEPROM (doble palabra)
1	1	1	0	Escribir valor de parámetro en RAM y EEPROM (palabra)
1	1	1	1	Leer/escribir texto

Respuesta esclavo ⇒ maestro				
Bit nº	Respuesta			
15	14	13	12	
0	0	0	0	Sin respuesta
0	0	0	1	Valor de parámetro transferido (palabra)
0	0	1	0	Valor de parámetro transferido (doble palabra)
0	1	1	1	El comando no se puede ejecutar
1	1	1	1	texto transferido

Si el comando no se puede realizar, el esclavo envía esta respuesta:

0111 *Comando no ejecutable*

- y devuelve el siguiente informe de fallo en el valor del parámetro (PWE):

PWE bajo (Hex)	Informe de fallo
0	El núm. de parámetro utilizado no existe
1	No hay acceso de escritura para el parámetro definido
2	El valor de los datos excede los límites del parámetro
3	El subíndice utilizado no existe
4	El parámetro no es de tipo indexado
5	El tipo de datos no coincide con el parámetro definido
11	No es posible cambiar los datos del parámetro definido en el modo actual del convertidor de frecuencia. Algunos parámetros sólo se pueden cambiar cuando el motor está parado
82	No hay acceso de bus al parámetro definido
83	No es posible cambiar los datos porque se ha seleccionado el ajuste de fábrica

7.4.8. Número de parámetro (PNU)

Los bits núm. 0 a 10 se utilizan para transferir los números de parámetro. La función del parámetro pertinente se define en la descripción del parámetro en el capítulo Cómo programar.

7.4.9. Índice (IND)

El índice se utiliza junto con el número de parámetro para el acceso de lectura/escritura a los parámetros con un índice, por ejemplo, el parámetro 15-30 *Código de fallo*. El índice consta de 2 bytes, un byte bajo y un byte alto.



¡NOTA!
Sólo el byte bajo es utilizado como índice.

7.4.10. Valor de parámetro (PWE)

El bloque de valor de parámetro consta de 2 palabras (4 bytes) y el valor depende del comando definido (AK). El maestro solicita un valor de parámetro cuando el bloque PWE no contiene ningún valor. Para cambiar el valor de un parámetro (escritura), escriba el nuevo valor en el bloque PWE y envíelo del maestro al esclavo.

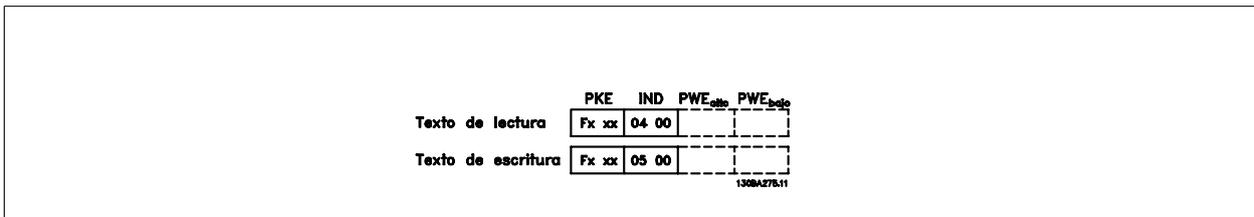
Si el esclavo responde a una solicitud de parámetro (comando de lectura), el valor de parámetro actual en el bloque PWE se transfiere y devuelve al maestro. Si un parámetro no contiene un valor numérico sino varias opciones de datos, por ejemplo, el parámetro 0-01, Idioma, en que [0] corresponde a Inglés, y [4] corresponde a Danés, seleccione el valor de dato escribiéndolo en el bloque PWE. Consulte Ejemplo - Selección de un valor de dato. La comunicación serie sólo es capaz de leer parámetros que tienen el tipo de dato 9 (cadena de texto).

Los parámetros del 15-40 al 15-53 contienen datos de tipo 9.

Por ejemplo, se puede leer el tamaño del convertidor de frecuencia y el rango de tensión de alimentación en el par. 15-40 *Tipo FC*. Cuando se transfiere una cadena de texto (lectura) la longitud del telegrama varía, y los textos pueden tener distinta longitud. La longitud del telegrama se define en el segundo byte, denominado LGE. Cuando se utiliza la transferencia de texto, el carácter de índice indica si se trata de un comando de lectura o de escritura.

Para leer un texto a través del bloque PWE, ajuste el comando del parámetro (AK) a 'F' Hex. El carácter de índice de byte alto debe ser "4".

Algunos parámetros contienen texto que se puede escribir mediante el bus serie. Para escribir un texto mediante el bloque PWE, ajuste el comando de parámetro (AK) a 'F' Hex. El carácter de índice de byte alto debe ser "5".



7.4.11. Tipos de datos admitidos por el convertidor VLT AQUA

Tipos de datos	Descripción
3	Entero 16
4	Entero 32
5	Sin signo 8
6	Sin signo 16
7	Sin signo 32
9	Cadena de texto
10	Cadena de bytes
13	Diferencia de tiempo
33	Reservado
35	Secuencia de bits

"Sin signo" significa que el telegrama no tiene ningún signo de operación.

7.4.12. Conversión

Los distintos atributos de cada parámetro se muestran en la sección Ajustes de fábrica. Los valores de parámetros que se transfieren son únicamente números enteros. Para transferir decimales se utilizan factores de conversión.

El par. 4-12 *Límite bajo veloc. motor [Hz]* tiene un factor de conversión de 0,1.

Para preajustar la frecuencia mínima a 10 Hz, transfiera el valor 100. Un factor de conversión de 0,1 significa que el valor transferido se multiplica por 0,1. El valor 100 se considerará por tanto como 10,0.

Índice de conversión	Factor de conversión
74	0.1
2	100
1	10
0	1
-1	0.1
-2	0.01
-3	0.001
-4	0.0001
-5	0.00001

7.4.13. Códigos de proceso (PCD)

El bloque de códigos de proceso se divide en dos bloques de 16 bits, que siempre se suceden en la secuencia definida.

PCD 1	PCD 2
Telegrama de control (maestro⇒ Código de control esclavo)	Valor de referencia
Telegrama de control (esclavo ⇒master) Código de estado	Frecuen. salida actual

7.5. Ejemplos

7.5.1. Escritura del valor de un parámetro.

Cambiar el par. 4-14 *Límite alto veloc. motor [Hz]* a 100 Hz.
Escribir los datos en la EEPROM.

PKE = E19E Hex - Escribir una sola palabra en el par. 4-14 *Límite alto veloc. motor [Hz]*
IND = 0000 Hex
PWEHIGH = 0000 Hex
PWELOW = 03E8 Hex - Valor del dato, 1000, correspondiente a 100 Hz, véase Conversión.

El telegrama tendrá este aspecto:

130BA092.10			
E19E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE _{high}	PWE _{low}

Nota: El parámetro 4-14 es una sola palabra, y el comando de parámetro para escribir en la EEPROM es "E". El número de parámetro 414 es 19E en hexadecimal.

La respuesta del esclavo al maestro será la siguiente:

130BA093.10			
119E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE _{high}	PWE _{low}

7.5.2. Lectura del valor de un parámetro

Leer el valor del par. 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa*.

PKE = 1155 Hex - Leer el valor del par. 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa*
IND = 0000 Hex
PWEALTO = 0000 Hex
PWEBAJO = 0000 Hex

Si el valor del par. 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa* es 10 s, la respuesta del esclavo al maestro será:

130BA094.10			
1155 H	0000 H	0000 H	0000 H
PKE	IND	PWE _{high}	PWE _{low}

130BA267.10			
1155 H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE _{high}	PWE _{low}



¡NOTA!

3E8 Hex corresponde a 1000 en decimal. El índice de conversión para el par. 3-41 es -2, es decir, 0,01.

7.6. Visión general de Modbus RTU

7.6.1. Presunciones

Este manual de funcionamiento da por sentado que el controlador instalado es compatible con las interfaces mencionadas en esta documento, y que todos los requisitos estipulados por el controlador, así como el convertidor de frecuencia, se han observado estrictamente, junto con todas las limitaciones incluidas.

7.6.2. Conocimientos previos necesarios

El Modbus RTU (Remote Terminal Unit) está diseñado para comunicarse con cualquier controlador compatible con las interfaces definidas en este documento. Se da por supuesto que el usuario tiene pleno conocimiento de las capacidades y limitaciones del controlador.

7.6.3. Visión general de Modbus RTU

Independientemente de los tipos de redes de comunicación física, en Visión general de Modbus RTU se describe el proceso que un controlador utiliza para solicitar acceso a otro dispositivo. Esto incluye, p.ej., cómo responderá a las solicitudes de otro dispositivo y cómo se detectarán y se informará de los errores que se produzcan. También se establece un formato común para el diseño y los contenidos de los campos de mensajes.

Durante las comunicaciones a través de una red Modbus RTU, el protocolo determina cómo cada controlador sabrá su dirección de dispositivo, reconocerá un mensaje dirigido a él, determinará la clase de acción a llevar a cabo y extraerá los datos o la información contenidos en el mensaje. Si se requiere una respuesta, el controlador construirá el mensaje de respuesta y lo enviará.

Los controladores se comunican utilizando una técnica maestro-esclavo en la que sólo un dispositivo (el maestro) puede iniciar transacciones (llamadas peticiones). Los otros dispositivos (esclavos) responden proporcionando al maestro los datos pedidos, o realizando la acción solicitada en la petición.

El maestro puede dirigirse a un esclavo individualmente, o puede iniciar la difusión de un mensaje a todos los esclavos. Los esclavos devuelven un mensaje (llamado respuesta) a las peticiones que se les dirigen individualmente. No se responde a las peticiones difundidas por el maestro. El protocolo Modbus RTU establece el formato para la petición del maestro poniendo en ella la dirección del dispositivo (o de la difusión), un código de función que define la acción solicitada, los datos que se deban enviar y un campo de comprobación de errores. El mensaje de respuesta del esclavo también se construye utilizando el protocolo Modbus. Contiene campos que confirman la acción realizada, los datos que se hayan de devolver y un campo de comprobación de errores. Si se produce un error en la recepción del mensaje, o si el esclavo no puede realizar la acción solicitada, éste generará un mensaje de error y lo enviará en respuesta, o se producirá un error de tiempo límite.

7.7. Configuración de red

7.7.1. VLT AQUA con Modbus RTU

Para activar Modbus RTU en el VLT AQUA, ajuste los siguientes parámetros:

Número del parámetro	Nombre del parámetro	Ajuste
8-30	Protocolo	Modbus RTU
8-31	Dirección	1 - 247
8-32	Velocidad en baudios	2400 - 115200
8-33	Bits de paridad/parada	Paridad par, 1 bit de parada (predeterminado)

7.8. Estructura de formato de mensaje de Modbus RTU

7.8.1. Convertidor de frecuencia con RTU Modbus

Los controladores están configurados para comunicarse en la red Modbus utilizando el modo RTU (Remote Terminal Unit), con cada byte de 8 bits de un mensaje conteniendo dos caracteres hexadecimales de 4 bits. El formato de cada byte se muestra a continuación.

Bit de inicio	Bit de datos								Parada/ paridad	Parada

Sistema de codificación	Binario de 8 bits, hexadecimal 0-9, A-F. Dos caracteres hexadecimales contenidos en cada campo de 8 bits del mensaje
Bits por byte	1 bit de inicio 8 bits de datos, el menos significativo enviado primero 1 bit de paridad par/impar; sin bit de no paridad 1 bit de parada si se utiliza paridad; 2 bits si no se usa paridad
Campo de comprobación de errores	Comprobación de redundancia cíclica (CRC)

7.8.2. Estructura de mensaje Modbus RTU

El dispositivo emisor coloca un mensaje Modbus RTU en un formato con un comienzo conocido y un punto final. Esto permite a los dispositivos receptores comenzar al principio del mensaje, leer la parte de la dirección, determinar a qué dispositivo se dirige (o a todos, si el mensaje es una difusión) y reconocer cuándo el mensaje se ha completado. Los mensajes parciales se detectan y se determinan los errores resultantes. Los caracteres a transmitir deben estar en formato hexadecimal 00 a FF en cada campo. El convertidor de frecuencia monitoriza continuamente el bus de red, también durante los intervalos 'silenciosos'. Cuando el primer campo (el campo de dirección) es recibido, cada convertidor de frecuencia o dispositivo lo descodifica para determinar a qué dispositivo se dirige. Los mensajes Modbus RTU dirigidos a cero son mensajes de difusión. No se permiten respuestas a los mensajes de difusión. A continuación, se muestra un formato típico de mensaje.

Estructura típica de mensaje Modbus RTU

Arranque	Dirección	Función	Datos	Comprobación CRC	al final de acel.
T1-T2-T3-T4	8 bits	8 bits	N x 8 bits	16 bits	T1-T2-T3-T4

7.8.3. Campo de inicio/parada

El mensaje comienza con un período de silencio de al menos 3,5 intervalos de caracteres. Esto se implementa como un múltiplo de intervalos de caracteres a la velocidad en baudios seleccionada (mostrada como Inicio T1-T2-T3-T4). El primer campo a transmitir es la dirección del dispositivo. A continuación del último carácter transmitido, un periodo similar de al menos 3,5 intervalos de carácter marca el fin del mensaje. Después de este periodo, puede comenzar otro mensaje. El formato completo del mensaje debe transmitirse como un flujo continuo. Si se produce un período de más de 1,5 intervalos de carácter antes de que se complete el formato, el dispositivo receptor descarta el mensaje incompleto y asume que el siguiente byte será el campo de dirección de un nuevo mensaje. De forma similar, si un nuevo mensaje comienza antes de 3,5 intervalos de carácter tras un mensaje previo, el dispositivo receptor lo considerará una continuación del mensaje anterior. Esto producirá un error de tiempo límite (falta de respuesta por parte del esclavo), porque el valor del campo CRC final no será válido para los mensajes combinados.

7.8.4. Campo de dirección

El campo de dirección de un mensaje contiene 8 bits. Las direcciones válidas de dispositivos esclavos están en el rango de 0 a 247 decimal. A los dispositivos esclavos individuales se les asignan direcciones en el rango de 1 a 247. (el 0 está reservado para el modo de difusión, que todos los esclavos reconocen.) Un maestro se dirige a un esclavo poniendo la dirección de éste en el campo de dirección del mensaje. Cuando el esclavo envía su respuesta, pone su propia dirección en dicho campo, para que el maestro sepa qué esclavo le está contestando.

7.8.5. Campo función

El campo de función de un mensaje contiene 8 bits. Los códigos válidos están en el rango de 1 a FF. Los campos de función se utilizan para enviar mensajes entre el maestro y el esclavo. Cuando se envía un mensaje desde un maestro a un dispositivo esclavo, el campo de código de función le indica al esclavo la clase de acción que debe realizar. Cuando el esclavo responde al maestro, utiliza el campo de código de función para indicar una respuesta normal (sin error), o que se ha producido un error de alguna clase (esta respuesta se denomina "excepción") Para dar una respuesta normal, el esclavo simplemente devuelve el código de función original. Para responder con una excepción, el esclavo devuelve un código equivalente al de la función original, pero con su bit más significativo cambiado a 1 lógico. Además, el esclavo pone un código único en el campo de datos del mensaje de respuesta. Esto le indica al maestro el tipo de error ocurrido, o la razón de la excepción. Consulte las secciones *Códigos de función admitidos por Modbus RTU* y *Códigos de excepción*.

7.8.6. Campo de datos

El campo de datos se construye utilizando grupos de dos dígitos hexadecimales, en el rango de 00 a FF en hexadecimal. Están hechos con un carácter RTU. El campo de datos de los mensajes enviados desde un maestro a un dispositivo esclavo contiene información adicional que el esclavo debe utilizar para realizar la acción definida por el código de función. Éste puede incluir elementos tales como direcciones de coils o registros, la cantidad de elementos a manejar y el contador de los bytes de datos reales del campo.

7.8.7. Campo de comprobación CRC

Los mensajes incluyen un campo de comprobación de errores, que se comporta en base al método de Comprobación de redundancia cíclica (CRC) El campo CRC comprueba el contenido de todo el mensaje. Se aplica independientemente del método de comprobación de paridad utilizado por los caracteres individuales del mensaje. El valor CRC lo calcula el dispositivo emisor, que añade el CRC como último campo del mensaje. El dispositivo receptor vuelve a calcular un CRC durante la recepción del mensaje y compara el valor calculado con el valor recibido en el campo CRC. Si los dos valores son distintos, el resultado es un error de tiempo límite de bus. El campo de comprobación de errores contiene un valor binario de 16 bits implementado como dos bytes de 8 bits. Cuando esto se ha realizado, el byte de orden bajo del campo se añade primero, seguido del byte de orden alto. El byte de orden alto del CRC es el último byte que se envía en el mensaje.

7.8.8. Direccionamiento de bobinas

En Modbus, todos los datos están organizados en bobinas (señales binarias) y registros de retención (holding registers). Las bobinas almacenan un sólo bit, mientras que los registros de retención alojan una palabra de 2 bytes (es decir, 16 bits). Todas las direcciones de datos en los mensajes Modbus están referenciadas a cero. La primera aparición de un elemento de datos se gestiona como elemento número cero. Por ejemplo: La bobina conocida como "coil 1" (bobina 1) en un controlador programable se gestiona como coil 0000 (bobina 0000) en el campo de dirección de un mensaje Modbus. El coil 127 (bobina 127) decimal es direccionado como coil 007EHEX (126 decimal).

El registro de retención 40001 es direccionado como registro 0000 en el campo de dirección del mensaje. El campo de código de función ya especifica una operación de "registro de retención". Por lo tanto, la referencia '4XXXX' es implícita. El registro de retención 40108 se procesa como un registro 006BHEX (107 decimal).

Número de bobina	Descripción	Dirección de la señal
1-16	Código de control del convertidor de frecuencia (ver tabla siguiente)	Maestro a esclavo
17-32	Velocidad del convertidor de frecuencia o referencia de consigna Rango 0x0 – 0xFFFF (-200% ...)	Maestro a esclavo
33-48	Código de estado del convertidor de frecuencia (ver tabla siguiente)	De esclavo a maestro
49-64	Modo lazo abierto: frecuencia de salida del convertidor de frecuencia Modo lazo cerrado: señal de realimentación del convertidor de frecuencia	De esclavo a maestro
65	Control de escritura de parámetro (maestro a esclavo)	Maestro a esclavo
	0 = los cambios en los parámetros se escriben en la RAM del convertidor de frecuencia	
	1 = los cambios en los parámetros se escriben en la RAM y en la EE-PROM del convertidor de frecuencia.	
66-65536	Reservado	

Bobina 0	1
01	Referencia interna, LSB
02	Referencia interna, MSB
03	Freno de CC Sin freno de CC
04	Paro por inercia Sin paro por inercia
05	Parada rápida Sin parada rápida
06	Mantener frecuencia No mantener frecuencia
07	Parada de rampa Arranque
08	Sin reset Reinicio
09	Sin velocidad fija Veloc. fija
10	Rampa 1 Rampa 2
11	Datos no válidos Datos válidos
12	Relé 1 off Relé 1 on
13	Relé 2 off Relé 2 on
14	Ajuste lsb
15	Ajuste msb
16	No cambio de sentido Cambio de sentido
Código de control del convertidor de frecuencia (perfil FC)	

Bobina 0	1
33	Control no preparado Ctrl. prep.
34	El convertidor de frecuencia no está listo El convertidor de frecuencia está preparado
35	Parada de inercia Cerrado seguro
36	Sin alarma Alarma
37	Sin uso Sin uso
38	Sin uso Sin uso
39	Sin uso Sin uso
40	Sin advertencia Advertencia
41	No en referencia En referencia
42	Modo manual Modo automático
43	Fuera rango frec. En rango frec.
44	Detenido En marcha
45	Sin uso Sin uso
46	Sin advertencia de tensión Advertencia de tensión
47	No en límite intens. Límite intensidad
48	Sin advertencia térmica Advertencia térmica
Código de estado del convertidor de frecuencia (perfil FC)	

Registros de retención	
Número de registro	Descripción
00001-00006	Reservado
00007	Último código de fallo de una interfaz de objeto de datos de FC
00008	Reservado
00009	Índice de parámetro*
00100-00999	grupo de parámetros 000 (parámetros 001 a 099)
01000-01999	grupo de parámetros 100 (parámetros 100 a 199)
02000-02999	grupo de parámetros 200 (parámetros 200 a 299)
03000-03999	grupo de parámetros 300 (parámetros 300 a 399)
04000-04999	grupo de parámetros 400 (parámetros 400 a 499)
...	...
49000-49999	grupo de parámetros 4900 (parámetros 4900 a 4999)
500000	Datos de entrada: Registro de código de control de convertidor de frecuencia (CTW)
50010	Datos de entrada: Registro de referencia de bus (REF)
...	...
50200	Datos de salida: Registro de código de estado de convertidor de frecuencia (STW)
50210	Datos de salida: Registro de código de control de convertidor de frecuencia (MAV)

* Utilizado para especificar el número de índice a usar al acceder a un parámetro indexado.

7.8.9. Cómo se controla el VLT AQUA

Esta sección describe los códigos que se pueden utilizar en los campos de función y datos de un mensaje Modbus RTU. Para obtener una descripción completa de todos los campos de mensaje, consulte la sección *Estructura de formato de mensaje RTU Modbus*.

7.8.10. Códigos de función admitidos por Modbus RTU

Modbus RTU admite el uso de los siguientes códigos en el campo de función de un mensaje:

Función	Código de función
Leer bobinas	1 hex
Leer registros de retención	3 hex
Escribir una sola bobina	5 hex
Escribir un sólo registro	6 hex
Escribir múltiples bobinas	F hex
Escribir múltiples registros	10 hex
Contador de eventos de com.	B hex
Informar ID de esclavo	11 hex

Función	Código de función	Código de subfunción	Subfunción
Diagnósticos	8	1	Reiniciar comunicación
		2	Devolver registro de diagnóstico
		10	Borrar contadores y registro de diagnóstico
		11	Devolver contador de mensajes de bus
		12	Devolver contador de errores de comunicación
		13	Devolver contador de excepciones
		14	Devolver contador de mensajes de esclavos

7.8.11. Códigos de error de la base de datos

En caso de producirse un error, los siguientes códigos de error pueden aparecer en el campo de datos de un mensaje de respuesta. Para obtener una explicación completa de la estructura de una excepción (es decir, de un error), consulte la sección *Estructura de formato de mensaje RTU Modbus, campo de función*.

Código de error en el campo de datos (decimal)	Descripción del código de error en base de datos
00	El número de parámetro no existe
01	Sin permiso de escritura en el parámetro
02	El valor de los datos excede los límites del parámetro
03	El subíndice en uso no existe
04	El parámetro no es de tipo matriz
05	El tipo de dato no es equivalente al parámetro invocado
06	Sólo reiniciar
07	No modificable
11	Sin acceso de escritura
17	La modificación de datos del parámetro llamado no es posible en el modo actual
18	Otro error
64	Dirección de datos incorrecta
65	Longitud de mensaje incorrecta
66	Longitud o valor de datos incorrecto
67	Código de función incorrecto
130	No hay acceso de bus al parámetro invocado
131	No es posible modificar datos por estar seleccionado el ajuste de fábrica

7.9. Cómo acceder a los parámetros

7.9.1. Gestión de parámetros

El PNU (número de parámetro) se traduce de la dirección del registro contenida en el mensaje de lectura o escritura Modbus. El número de parámetro se traslada a Modbus como (10 x el número de parámetro) DECIMAL.

7.9.2. Almacenamiento de los datos

El coil 65 decimal determina si los datos escritos en el convertidor de frecuencia se almacenan en EEPROM y RAM (coil 65=1) o sólo en RAM (coil 65=0).

7.9.3. IND

El índice de la matriz se ajusta a Registro de retención 9 y se utiliza al acceder a los parámetros indexados.

7.9.4. Bloques de texto

A los parámetros almacenados como cadenas de texto se accede de la misma forma que a los restantes. El tamaño máximo de un bloque de texto es 20 caracteres. Si se realiza una petición de lectura de un parámetro por más caracteres de los que el parámetro almacena, la respuesta se trunca. Si la petición de lectura se realiza por menos caracteres de los que el parámetro almacena, la respuesta se rellena con espacios en blanco.

7.9.5. Factor de conversión

Los distintos atributos de cada parámetro pueden verse en la sección de ajustes de fábrica. Debido a que un valor de parámetro sólo puede transferirse como un número entero, es necesario utilizar un factor de conversión para transmitir las cifras decimales. Consulte la sección *Parámetros*.

7.9.6. Valores de parámetros

Tipos de datos estándar

Los tipos de datos estándar son int16, int32, uint8, uint16 y uint32. Se guardan como registros 4x (40001 - 4FFFF). Los parámetros se leen utilizando la función 03HEX "Lectura de registros de retención". Los parámetros se escriben utilizando la función 6HEX "Preajustar registro" para 1 registro (16 bits) y la función 10HEX "Preajustar múltiples registros" para 2 registros (32 bits). Los tamaños legibles van desde 1 registro (16 bits) hasta 10 registros (20 caracteres).

Tipos de datos no estándar

Los tipos de datos no estándar son cadenas de texto, y se almacenan como registros 4x (40001 - 4FFFF). Los parámetros se leen utilizando la función 03HEX "Lectura de registros de retención" y se escriben utilizando la función 10HEX "Preajustar múltiples registros". Los tamaños legibles van desde 1 registro (2 caracteres) hasta 10 registros (20 caracteres).

7.10. Ejemplos

Los siguientes ejemplos ilustran varios comandos Modbus RTU. Si se produce un error, consulte la sección Códigos de excepción.

7.10.1. Lectura de estado de bobina (01 HEX)

Descripción

Esta función lee el estado ON/OFF de las distintas salidas (bobinas) del convertidor de frecuencia. No se admite la difusión en las lecturas.

Petición

El mensaje de petición especifica la bobina inicial y la cantidad de bobinas a leer. Las direcciones de bobina comienzan en cero, es decir, la bobina 33 tiene la dirección 32.

Ejemplo de una petición de lectura de las bobinas 33 a 48 (código de estado) del dispositivo esclavo 01:

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	01 (leer bobinas)
Dirección inicio HI	00
Dirección de inicio LO	20 (32 decimal)
Núm. puntos HI	00
Núm. puntos LO	10 (16 decimal)
Compr. error (CRC)	-

Respuesta

El estado de la bobina en el mensaje de respuesta está empaquetado como una bobina por bit del campo de datos. El estado se indica como: 1 = ON; 0 = OFF. El LSB (bit menos significativo) del primer byte de datos contiene la bobina a la que se dirige la consulta. Las otras bobinas siguen hacia el final de mayor nivel del byte, y "de nivel bajo a nivel alto" en los bytes siguientes.

Si la cantidad de bobinas devueltas no es múltiplo de ocho, los bits restantes del byte de datos final se rellenarán con ceros (hacia la parte alta del byte).

El campo Contador de bytes especifica el número de bytes de datos completos.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	01 (leer bobinas)
Contador de bytes	02 (2 bytes de datos)
Datos (bobinas 40-33)	07
Datos (bobinas 48-41)	06 (STW=0607hex)
Compr. error (CRC)	-

7.10.2. Forzar/escribir una sola bobina (05 HEX)

Descripción

Esta función fuerza/escribe una bobina con ON u OFF. Cuando se trata de mensaje de difusión, la función fuerza las mismas referencias de bobina en todos los esclavos conectados.

Petición

El mensaje de petición especifica que se fuerce la bobina 65 (control de escritura de parámetro). Las direcciones de bobinas comienzan en cero, es decir, la bobina 65 tiene la dirección 64. Forzar datos = 00 00HEX (OFF) o FF 00HEX (ON).

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	05 (escribir una sola bobina)
Dirección de bobina HI	00
Dirección de bobina LO	40 (bobina núm. 65)
Forzar datos HI	FF
Forzar datos LO	00 (FF 00 = ON)
Compr. error (CRC)	-

Respuesta

La respuesta normal es un eco de la petición, devuelta tras ser forzado el estado de la bobina.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	05
Forzar datos HI	FF
Forzar datos LO	00
Cantidad de bobinas HI	00
Cantidad de bobinas LO	01
Compr. error (CRC)	-



7.10.3. Forzar/escribir múltiples bobinas (0F HEX)

Esta función fuerza cada bobina de una secuencia a ON o a OFF. Cuando se trata de mensaje de difusión, la función fuerza las mismas referencias de bobina en todos los esclavos conectados. .

El mensaje de petición especifica que se fuercen las bobinas 17 a 32 (consigna de velocidad) Las direcciones de bobina comienzan en cero, es decir, la bobina 17 tiene la dirección 16.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	0F (escribir múltiples bobinas)
Dirección de bobina HI	00
Dirección de bobina LO	10 (dirección de bobina 17)
Cantidad de bobinas HI	00
Cantidad de bobinas LO	10 (16 bobinas)
Contador de bytes	02
Forzar datos HI (bobinas 8-1)	20
Forzar datos LO (bobinas 10-9)	00 (ref. = 2000hex)
Compr. error (CRC)	-

Respuesta

La respuesta normal devuelve la dirección del esclavo, el código de la función, la dirección de inicio y la cantidad de bobinas forzadas.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	0F (escribir múltiples bobinas)
Dirección de bobina HI	00
Dirección de bobina LO	10 (dirección de bobina 17)
Cantidad de bobinas HI	00
Cantidad de bobinas LO	10 (16 bobinas)
Compr. error (CRC)	-

7.10.4. Lectura de registros de retención (03 HEX)

Descripción

Esta función lee el contenido de los registros de retención del esclavo.

Petición

El mensaje de petición especifica el registro de inicio y la cantidad de ellos a leer. Las direcciones de registros comienzan en 0, es decir, los registros 1-4 tienen la dirección 0-3.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	03 (lectura de registros de retención)
Dirección inicio HI	00
Dirección de inicio LO	00 (dirección de bobina 17)
Núm. puntos HI	00
Núm. puntos LO	03
Compr. error (CRC)	-

Respuesta

Los datos del registro en el mensaje de respuesta están empaquetados a razón de dos bytes por registro, con los contenidos binarios justificados a la derecha en cada uno. Para cada registro, el primer byte contiene los bits de nivel alto, y el segundo los de nivel bajo.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	03
Contador de bytes	06
Datos HI (Registro 40001)	55
Datos LO (Registro 40001)	AA
Datos HI (Registro 40002)	55
Datos LO (Registro 40002)	AA
Datos HI (Registro 40003)	55
Datos LO (Registro 40003)	AA
Comprobación de errores (CRC)	-



7.10.5. Preajuste de un sólo registro (06 HEX)

Descripción

Esta función preajusta un valor en un único registro de retención.

Petición

El mensaje de petición especifica la referencia del registro a preajustar. Las direcciones de los registros comienzan en cero, es decir, el primer registro tiene la dirección 0.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	06
Dirección de registro HI	00
Dirección de registro LO	01
Dato preajustado HI	00
Dato preajustado LO	03
Compr. error (CRC)	-

Respuesta

Respuesta La respuesta normal es un eco de la petición, devuelto tras aprobarse el contenido de los registros.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	06
Dirección de registro HI	00
Dirección de registro LO	01
Dato preajustado HI	00
Dato preajustado LO	03
Compr. error (CRC)	-

7.10.6. Preajuste de múltiples registros (10 HEX)

Descripción

Esta función preajusta valores en una secuencia de registros de retención.

Petición

El mensaje de petición especifica las referencias de los registros a preajustar. Las direcciones de los registros comienzan en cero, es decir, el primer registro tiene la dirección 0. Ejemplo de una petición para preajustar dos registros (ajustar parámetro 1-05 = 738 (7,38 A)):

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	10
Dirección inicio HI	04
Dirección de inicio LO	19
Núm. de registros HI	00
Núm. de registros LO	02
Contador de bytes	04
Escribir datos HI (Registro 4: 1049)	00
Escribir datos LO (Registro 4: 1049)	00
Escribir datos HI (Registro 4: 1050)	02
Escribir datos LO (Registro 4: 1050)	E2
Compr. error (CRC)	-

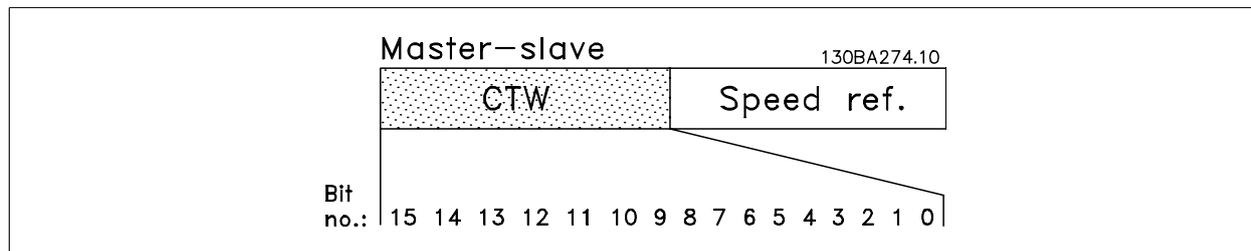
Respuesta

La respuesta normal devuelve la dirección del esclavo, el código de la función, la dirección de inicio y la cantidad de registros preajustados.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	10
Dirección inicio HI	04
Dirección de inicio LO	19
Núm. de registros HI	00
Núm. de registros LO	02
Compr. error (CRC)	-

7.11. Perfil de control Danfoss FC

7.11.1. Código de control De acuerdo con el Perfil FC (Par. 8-10 = perfil FC)



Bit	Valor de bit = 0	Valor de bit = 1
00	Valor de referencia	selección externa, bit menos significativo
01	Valor de referencia	selección externa, bit más significativo
02	Freno de CC	Rampa
03	Inercia	Sin inercia
04	Parada rápida	Rampa
05	Mantener frecuencia de salida	utilizar rampa
06	Parada de rampa	Arranque
07	Sin función	Reinicio
08	Sin función	Veloc. fija
09	Rampa 1	Rampa 2
10	Datos no válidos	Datos válidos
11	Sin función	Relé 01 activado
12	Sin función	Relé 02 activo
13	Ajuste de parámetros	selección bit menos significativo
14	Ajuste de parámetros	selección bit más significativo
15	Sin función	Cambio sentido

Explicación de los bits de control

Bits 00/01

Los bits 00 y 01 se utilizan para seleccionar entre los cuatro valores de referencia, los cuáles están preprogramados en el par. 3-10, *Referencia interna*, según la tabla siguiente:

Valor de referencia programada	Par.	Bit 01	Bit 00
1	3-10 [0]	0	0
2	3-10 [1]	0	1
3	3-10 [2]	1	0
4	3-10 [3]	1	1



¡NOTA!

Haga una selección en el par. 8-56 *Selec. referencia interna* para definir cómo se direcciona el Bit 00/01 con la función correspondiente en las entradas digitales.

Bit 02, Freno de CC:

El bit 02 = 0 provoca el frenado de CC y la parada. Ajuste la intensidad y duración del frenado en el par. 2-01, *Intens. freno CC*, y 2-02, *Tiempo de frenado CC*. Bit 02 = '1' provoca una rampa.

Bit 03, Inercia:

Bit 03 = '0': El convertidor de frecuencia "deja ir" inmediatamente al motor, (los transistores de salida se "desactivan") y se produce inercia hasta la parada. Bit 03 = '1': El convertidor de frecuencia arranca el motor si se cumplen las demás condiciones de arranque.



¡NOTA!

Haga una selección en el par. 8-50, *Selección inercia*, para definir cómo se direcciona el Bit 03 con la correspondiente función en una entrada digital.

Bit 04, Parada rápida:

Bit 04 = '0': Hace una rampa de deceleración del motor hasta que se pare (ajustado en par. 3-81, *Tiempo rampa parada rápida*).

Bit 05, Mantener la frecuencia de salida

Bit 05 = '0': La frecuencia de salida actual (en Hz) se mantiene. Cambie la frecuencia de salida mantenida únicamente mediante las entradas digitales (par. 5-10 a 5-15) programadas en *Aceleración y Enganc. abajo*.



¡NOTA!

Si Mantener salida está activada, el convertidor de frecuencia sólo puede pararse mediante:

- Bit 03, Paro por inercia
- Bit 02, Frenado de CC
- Entrada digital (par. 5-10 a 5-15) programada en *Frenado de CC, Parada de inercia o Reset y parada de inercia*.

Bit 06, Rampa de parada/arranque:

Bit 06 = '0': Produce una parada y hace que el motor desacelere hasta pararse según el parámetro de rampa de deceleración seleccionado. Bit 06 = '1': Permite que el convertidor de frecuencia arranque el motor si se cumplen las demás condiciones de arranque.



¡NOTA!

Haga una selección en el par. 8-53, *Selec. arranque*, para definir cómo se direcciona el Bit 06, Parada/arranque de rampa, con la función correspondiente en una entrada digital.

Bit 07, Reset: Bit 07 = '0': Sin reinicio. Bit 07 = '1': Reinicia una desconexión. Reset se activa en el frente de la señal, es decir, cuando cambia de "0" lógico a "1" lógico.

Bit 08, Velocidad fija:

Bit 08 = '1': La frecuencia de salida está determinada por el parámetro 3-19, *Velocidad fija*.

Bit 09, Selección de rampa 1/2:

Bit 09 = "0": La rampa 1 (par. 3-40 a 3-47) está activada. Bit 09 = "1": La rampa 2 (parámetros 3-50 a 3-57) está activada.

Bit 10, Datos no válidos/datos válidos:

Indica al convertidor de frecuencia si debe utilizar o ignorar el código de control. Bit 10 = '0': El código de control se ignora. Bit 10 = '1': El código de control se utiliza. Esta función es relevante porque el telegrama contiene siempre el código de control, independientemente del tipo de telegrama. De esta forma, se puede desactivar el código de control si no se quiere utilizarlo al actualizar parámetros o al leerlos.

Bit 11, Relé 01:

Bit 11 = "0": Relé no activado. Bit 11 = "1": Relé 01 activado siempre y cuando esté seleccionado *Bit cód. control 11* en el parámetro 5-40, *Relé de función*.

Bit 12, Relé 04:

Bit 12 = "0": El relé 04 no está activado. Bit 12 = "1": El relé 04 está activado siempre y cuando esté seleccionado *Bit cód. control 12* en el parámetro 5-40, *Relé de función*.

Bit 13/14, Selección de ajuste:

Los bits 13 y 14 se utilizan para elegir entre los cuatro ajustes de menú, según la siguiente tabla. .

Ajuste	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

La función solamente es posible cuando se selecciona *Ajuste múltiple* en el par. 0-10 *Ajuste activo*.

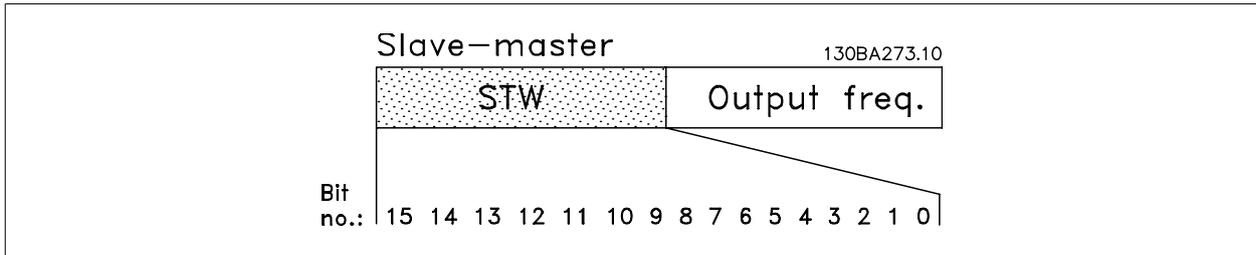
**¡NOTA!**

Haga una selección en el par. 8-55, *Selec. ajuste*, para definir cómo se direccionan los bits 13/14 con la función correspondiente en las entradas digitales.

Bit 15, Cambio de sentido:

Bit 15 = '0': Sin cambio de sentido. Bit 15 = '1': Cambio de sentido. En los ajustes predeterminados, el cambio de sentido se ajusta a digital en el parámetro 8-54, *Selec. sentido inverso*. El bit 15 sólo causa el cambio de sentido cuando se ha seleccionado Comunicación serie, Lógico O o Lógico Y.

7.11.2. Código de estado Según el perfil de FC (STW) (Par. 8-10 = perfil FC)



Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Control no preparado	Ctrl. prep.
01	Convertidor no preparado	Convertidor preparado
02	Inercia	Activar
03	Sin error	Desconexión
04	Sin error	Error (sin desconexión)
05	Reservado	-
06	Sin error	Bloqueo por alarma
07	Sin advertencia	Advertencia
08	Velocidad ≠ referencia	Velocidad = referencia
09	Funcionamiento local	Control de bus
10	Fuera del límite de frecuencia	Límite de frecuencia OK
11	Sin funcionamiento	En funcionamiento
12	Convertidor OK	Detenido, arranque automático
13	Tensión OK	Tensión excedida
14	Par OK	Par excedido
15	Temporizador OK	Temporizador excedido

Explicación de los bits de estado

Bit 00, Control preparado/no preparado:

Bit 00 = '0': El convertidor de frecuencia se desconecta. Bit 00 = '1': Los controles del convertidor de frecuencia están preparados, pero el componente de potencia podría no estar recibiendo suministro eléctrico (en el caso de suministro externo de 24 V a los controles).

Bit 01, Unidad preparada:

Bit 01 = '1': El convertidor de frecuencia está listo para funcionar, pero la orden de inercia esta activada mediante las entradas digitales o la comunicación serie.

Bit 02, Parada de inercia:

Bit 02 = '0': El convertidor de frecuencia libera el motor. Bit 02 = '1': El convertidor de frecuencia arranca el motor con una orden de arranque.

Bit 03, Sin error/desconexión:

Bit 03 = '0': El convertidor de frecuencia no está en modo de fallo. Bit 03 = '1': El convertidor de frecuencia se desconecta. Para restablecer el funcionamiento, pulse [Reset] (Reinicio).

Bit 04, No hay error/error (sin desconexión):

Bit 04 = '0': El convertidor de frecuencia no está en modo de fallo. Bit 04 = "1": El convertidor de frecuencia muestra un error pero no se desconecta.

Bit 05, Sin uso:

El bit 05 no se utiliza en el código de estado.

Bit 06, No hay error / bloqueo por alarma:

Bit 06 = '0': El convertidor de frecuencia no está en modo de fallo. Bit 06 = "1": El convertidor de frecuencia se ha desconectado y bloqueado.

Bit 07, Sin advertencia/advertencia:

Bit 07 = '0': No hay advertencias. Bit 07 = '1': Se ha producido una advertencia.

Bit 08, Velocidad ≠ referencia/velocidad = referencia:

Bit 08 = '0': El motor está funcionando pero la velocidad actual es distinta a la referencia interna de velocidad. Por ejemplo, esto puede ocurrir cuando la velocidad sigue una rampa hacia arriba o hacia abajo durante el arranque/parada. Bit 08 = '1': La velocidad del motor es igual a la referencia interna de velocidad.

Bit 09, Funcionamiento local / control de bus:

Bit 09 = '0': [STOP/RESET] (Paro/Reinicio) se activa en la unidad de control o estableciendo *Control local* en el par. 3-13, *Origen de referencia*. No puede controlar el convertidor de frecuencia a través de la comunicación serie. Bit 09 = '1' Es posible controlar el convertidor de frecuencia a través de la comunicación serie / bus de campo.

Bit 10, Fuera de límite de frecuencia:

Bit 10 = '0': La frecuencia de salida ha alcanzado el valor del par. 4-11 *Límite bajo veloc. motor* o el del par. 4-13 *Límite alto veloc. motor*. Bit 10 = "1": La frecuencia de salida está dentro de los límites definidos.

Bit 11, Sin funcionamiento/en funcionamiento:

Bit 11 = '0': El motor no está en marcha. Bit 11 = '1': El convertidor de frecuencia tiene una señal de arranque o la frecuencia de salida es superior a 0 Hz.

Bit 12, Convertidor de frecuencia OK/parado, autoarranque:

Bit 12 = '0': No hay un exceso temporal de temperatura en el inversor. Bit 12 = '1': El inversor se ha parado debido a una temperatura excesiva, pero la unidad no se ha desconectado y terminará su funcionamiento cuando la temperatura disminuya.

Bit 13, Tensión OK/límite sobrepasado:

Bit 13 = '0': No hay advertencias de tensión. Bit 13 = '1': La tensión de CC del circuito intermedio del convertidor de frecuencia es demasiado baja o demasiado alta.

Bit 14, Par OK/límite sobrepasado:

Bit 14 = '0': La corriente del motor es inferior al límite de par seleccionado en el par. 4-18 *Límite intensidad*. Bit 14 = '1': El límite de par del par. 4-18 *Límite intensidad*, se ha sobrepasado.

Bit 15, Temporizador OK/límite sobrepasado:

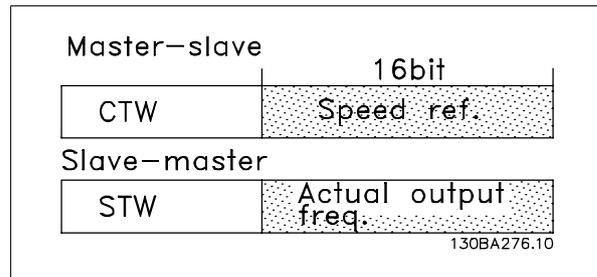
Bit 15 = '0': Los temporizadores para la protección térmica del motor y la protección térmica no han sobrepasado el 100%. Bit 15 = '1': Uno de los temporizadores ha sobrepasado el 100%.

**¡NOTA!**

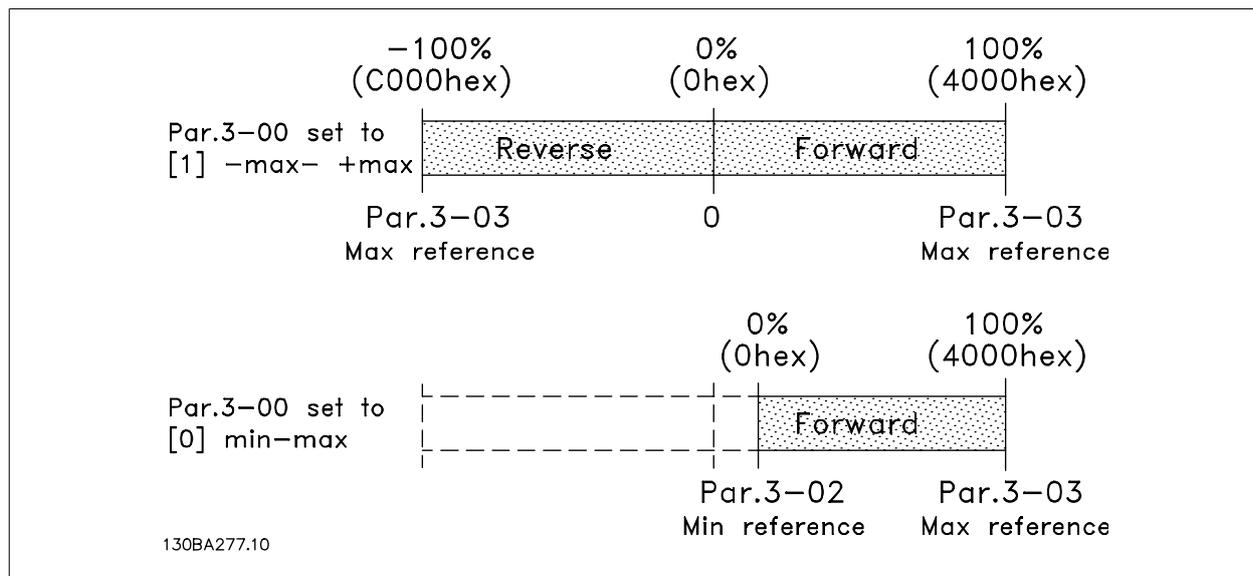
Todos los bits del STW se ajustan a '0' si la conexión entre la opción Interbus y el convertidor de frecuencia se pierde, o si se produce un problema de comunicación interna.

7.11.3. Valor de referencia de la velocidad del bus

El valor de referencia de velocidad se transmite al convertidor de frecuencia como un valor relativo en %. El valor se transmite en forma de una palabra de 16 bits; en enteros (0-32767), el valor 16384 (4000 Hex) corresponde al 100%. Las cifras negativas se codifican en complemento a 2. La Frecuencia de salida real (MAV) se escala de la misma forma que la referencia del bus.



La referencia y la MAV se escalan de la siguiente forma:



8. Localización de averías

Las advertencias y alarmas se señalizan mediante el LED correspondiente en la parte delantera del convertidor de frecuencia y muestran un código en el display.

Las advertencias permanecen activas hasta que se elimina la causa de origen. En determinadas circunstancias, es posible que el motor siga funcionando. Los mensajes de advertencia pueden ser críticos, aunque no necesariamente.

En caso de alarma, el convertidor de frecuencia se desconectará. Una vez corregida la causa de la alarma, será necesario reiniciar las alarmas para poder reanudar el funcionamiento.

Es posible hacerlo de cuatro maneras:

1. Utilizando el botón de control [RESET] (Reiniciar) del panel de control LCP.
2. A través de una entrada digital con la función "Reset".
3. Mediante comunicación serie/bus de campo opcional.
4. Reiniciando automáticamente mediante la función [Reset Autom], que es un ajuste predeterminado del convertidor de frecuencia VLT AQUA. Consulte el par. 14-20 Modo Reset en la **Guía de programación del convertidor de frecuencia VLT AQUA**



¡NOTA!

Después de un reinicio manual mediante el botón [RESET] (Reiniciar) del LCP, es necesario presionar el botón [AUTO ON] (Control remoto) para volver a arrancar el motor.

La razón de que no pueda reiniciarse una alarma puede ser que no se haya corregido la causa o que la alarma esté bloqueada (consulte también la tabla de la página siguiente).

Las alarmas bloqueadas ofrecen una protección adicional, ya que es preciso apagar la alimentación de red para poder reiniciar dichas alarmas. Cuando vuelva a conectarse el convertidor de frecuencia, dejará de estar bloqueado y podrá reiniciarse tal y como se ha indicado anteriormente, una vez subsanada la causa.

Las alarmas que no están bloqueadas también pueden reiniciarse mediante la función de reinicio automático del parámetro 14-20 (Advertencia: es posible que se produzca un reinicio automático)

Si una alarma o advertencia aparece marcada con un código en la tabla de la siguiente página, significa que, o se produce una advertencia antes de la alarma, o se puede especificar si se mostrará una advertencia o una alarma para un fallo determinado.

Esto es posible, por ejemplo, en el parámetro 1-90, *Protección térmica motor*. Tras una alarma o desconexión, el motor funcionará por inercia, y la alarma y la advertencia parpadearán en el convertidor de frecuencia. Una vez corregido el problema, solamente seguirá parpadearo la alarma.

No.	Descripción	Advertencia	Alarma/Desconexión	Bloqueo por desconexión/Alarma	Referencia de parámetros
1	10 V bajo	X			
2	Err. cero activo	(X)	(X)		6-01
3	Sin motor	(X)			1-80
4	Pérdida fase alim.	(X)	(X)	(X)	14-12
5	Tensión de enlace de CC alta	X			
6	Tensión de enlace de CC baja	X			
7	Sobretensión de CC	X	X		
8	Tensión de CC baja	X	X		
9	Inversor sobrecarg.	X	X		
10	Sobretemp. ETR del motor	(X)	(X)		1-90
11	Sobretemp. del termistor del motor	(X)	(X)		1-90
12	Límite de par	X	X		
13	Sobreintensidad	X	X	X	
14	Fallo Tierra	X	X	X	
15	Funcionamiento anómalo de hardware		X	X	
16	Cortocircuito		X	X	
17	Tiempo límite cód. ctrl	(X)	(X)		8-04
25	Resist. freno cortocircuitada	X			
26	Lím. potenc. resist. freno	(X)	(X)		2-13
27	Chopper freno cortocircuitado	X	X		
28	Comprobación freno	(X)	(X)		2-15
29	Sobretemp. placa alimentación	X	X	X	
30	Falta la fase U del motor	(X)	(X)	(X)	4-58
31	Falta la fase V del motor	(X)	(X)	(X)	4-58
32	Falta la fase W del motor	(X)	(X)	(X)	4-58
33	Fa. entr. corri.		X	X	
34	Fallo comunic. Fieldbus	X	X		
38	Fa. corr. carga		X	X	
47	Alim. baja 24 V	X	X	X	
48	Alim. baja 1,8 V		X	X	
50	Fallo de calibración AMA		X		
51	Compr. AMA U_{nom} y I_{nom}		X		
52	AMA bajo I_{nom}		X		
53	Motor AMA demasiado grande		X		
54	Motor AMA demasiado pequeño		X		
55	Parámetro AMA fuera de rango		X		
56	AMA interrumpido por usuario		X		
57	T. lím. AMA		X		
58	Fallo interno de AMA	X	X		
59	Límite intensidad	X			
61	Error de seguimiento	(X)	(X)		4-30
62	Frecuencia salida en límite máximo	X			
64	Límite tensión	X			
65	Sobretemp. placa control	X	X	X	
66	Baja temp. disipador	X			
67	La configuración de opciones ha cambiado		X		
68	Parada de seguridad activada		X		
80	Convertidor inicializado en valor predeterminado		X		

Tabla 8.1: Lista de códigos de alarma/advertencia

(X) Dependiente del parámetro

Indicación LED	
Advertencia	amarillo
Alarma	rojo intermitente
Bloqueo por alarma	amarillo y rojo

Código de alarma y Código de estado ampliado					
Bit	Hex	Dec	Código de alarma	Cód. de advertencia	Cód. estado ampliado
0	00000001	1	Comprobación freno	Comprobación freno	En rampa
1	00000002	2	Temp. tarj. pot.	Temp. tarj. pot.	AMA en func.
2	00000004	4	Fallo Tierra	Fallo Tierra	Arranque CW/CCW
3	00000008	8	Temp. tarj. ctrl	Temp. tarj. ctrl	Enganche abajo
4	00000010	16	Cód. ctrl TO	Cód. ctrl TO	Enganche arriba
5	00000020	32	Sobreintensidad	Sobreintensidad	Realim. alta
6	00000040	64	Límite de par	Límite de par	Realim. baja
7	00000080	128	Sobrt termi mot	Sobrt termi mot	Intensidad salida alta
8	00000100	256	Sobrt ETR mot	Sobrt ETR mot	Intensidad salida baja
9	00000200	512	Sobrecar. inv.	Sobrecar. inv.	Frecuencia salida alta
10	00000400	1024	Tensión baja CC	Tensión baja CC	Frecuencia salida baja
11	00000800	2048	Sobretens. CC	Sobretens. CC	Comprobación freno OK
12	00001000	4096	Cortocircuito	Tensión baja CC	Frenado máx.
13	00002000	8192	Fallo en la carga de arranque	Tensión alta CC	Frenado
14	00004000	16384	Pérd. fase alim.	Pérd. fase alim.	Fuera rango veloc.
15	00008000	32768	AMA no OK	Sin motor	Ctrol. sobretens. activo
16	00010000	65536	Err. cero activo	Err. cero activo	
17	00020000	131072	Fallo interno	10 V bajo	
18	00040000	262144	Sobrecar. freno	Sobrecar. freno	
19	00080000	524288	Pérdida fase U	Resistencia de freno	
20	00100000	1048576	Pérdida fase V	Freno IGBT	
21	00200000	2097152	Pérdida fase W	Límite de veloc.	
22	00400000	4194304	Fallo Fieldbus	Fallo Fieldbus	
23	00800000	8388608	Alim. baja 24 V	Alim. baja 24 V	
24	01000000	16777216	Fallo aliment.	Fallo aliment.	
25	02000000	33554432	Alim. baja 1,8 V	Límite intensidad	
26	04000000	67108864	Resistencia de freno	Baja temp.	
27	08000000	134217728	Freno IGBT	Límite tensión	
28	10000000	268435456	Cambio opción	Sin uso	
29	20000000	536870912	Convertidor inicializado	Sin uso	
30	40000000	1073741824	Parada de seguridad	Sin uso	

Tabla 8.2: Descripción de Código de alarma, Código de aviso y Código de estado ampliado

Los códigos de alarma, códigos de advertencia y códigos de estado ampliados pueden leerse mediante un bus serie o bus de campo opcional para su diagnóstico. Consulte además los par. 16-90, 16-92 y 16-94.

8.1.1. Mensajes de fallo

ADVERTENCIA 1, Por debajo de 10 voltios:

La tensión del terminal 50 en la tarjeta de control está por debajo de 10 V.

Elimine carga del terminal 50, ya que la alimentación de 10 V está sobrecargada. Máx. 15 mA o mín. 590 Ω.

ADVER./ALARMA 2, Fallo de cero activo:

La señal en el terminal 53 ó 54 es inferior al 50% del valor ajustado en los parámetros 6-10, 6-12, 6-20 o 6-22, respectivamente.

ADVER./ALARMA 3, Sin motor:

No se ha conectado ningún motor a la salida del convertidor de frecuencia.

ADVER./ALARMA 4, Pérdida de fase de red:

Falta una fase en la alimentación de red, o bien el desequilibrio de tensión de la red es demasiado alto.

Este mensaje también aparece si se produce una avería en el rectificador de entrada del convertidor de frecuencia.

Compruebe la tensión de alimentación y las intensidades de alimentación del convertidor de frecuencia.

ADVERTENCIA 5, Intensidad de enlace de CC alta:

La tensión (CC) del circuito intermedio es superior al límite de sobretensión del sistema de control. El convertidor de frecuencia sigue activo.

ADVERTENCIA 6, Tensión de CC baja:

La tensión del circuito intermedio (CC) está por debajo del límite de baja tensión del sistema de control. El convertidor de frecuencia sigue activo.

ADVER./ALARMA 7, Sobretensión CC:

Si la tensión del circuito intermedio supera el límite, el convertidor de frecuencia se desconectará después de un período de tiempo determinado.

Posibles soluciones:

Seleccione la función de Control de Sobretensión en el Par. 2-17

Conecte una resistencia de freno

Aumente el tiempo de rampa

Active las funciones del par. 2-10

Aumente el valor del par. 14-26

Al seleccionar la función OVC (control de sobretensión) se alargarán los tiempos de rampa.

Límites de advertencias y alarmas:		
Rango de tensión	3 x 200 - 240 V CA	3 x 380 - 500 V CA
	[V CC]	[V CC]
Tensión baja	185	373
Advertencia de tensión baja	205	410
Advertencia de tensión alta (sin freno - con freno)	390/405	810/840
Sobretensión	410	855

Las tensiones indicadas son tensiones de circuito intermedio del convertidor de frecuencia con una tolerancia de ± 5%. La correspondiente tensión de red es la tensión del circuito intermedio (enlace CC) dividida por 1,35

ADVER./ALARMA 8, Tensión baja de CC:

Si la tensión del circuito intermedio (CC) cae por debajo del límite de "advertencia de tensión baja" (véase la tabla anterior), el convertidor de frecuencia comprobará si la alimentación externa de 24 V está conectada. Si no se ha conectado ninguna fuente de alimentación externa de 24 V, el convertidor de frecuencia se desconectará transcurrido un período de tiempo determinado, según la unidad.

Para comprobar si la tensión de alimentación coincide con la del convertidor de frecuencia, consulte *3.1 Especificaciones generales*.

ADVER./ALARMA 9, Sobrecarga inversor:

El convertidor de frecuencia está a punto de desconectarse a causa de una sobrecarga (intensidad muy elevada durante demasiado tiempo). El contador para la protección térmica y electrónica del inversor emite una advertencia al 98% y se desconecta al 100% con una alarma. No se puede reiniciar el convertidor de frecuencia hasta que el contador esté por debajo del 90%.

El fallo consiste en que el convertidor de frecuencia se ha sobrecargado con una intensidad superior a la nominal durante demasiado tiempo.

ADVER./ALARMA 10, Sobretemperatura de la ETR del motor:

La protección termoelectrónica (ETR) indica que el motor está demasiado caliente. Puede seleccionar en el par. 1-90 si desea que el convertidor de frecuencia emita una advertencia o una alarma cuando el contador llegue al 100%. El fallo consiste en que el motor se ha sobrecargado con una intensidad superior a la nominal durante demasiado tiempo. Compruebe que el par. 1-24 del motor esté ajustado correctamente.

ADVER./ALARMA 11, Sobretemperatura de termistor del motor:

Se ha desconectado el termistor o su conexión. Puede seleccionar si desea que el convertidor de frecuencia emita una advertencia o una alarma en el par. 1-90. Compruebe que el termistor esté bien conectado entre el terminal 53 ó 54 (entrada de tensión analógica) y el terminal 50 (alimentación de +10 voltios), o entre el terminal 18 ó 19 (solo entrada digital PNP) y el terminal 50. Si se utiliza un sensor KTY, compruebe la conexión correcta entre los terminales 54 y 55.

ADVER./ALARMA 12, Límite de par:

El par es más elevado que el valor ajustado en el par. 4-16 (con el motor en funcionamiento), o bien el par es más elevado que el valor ajustado en el par. 4-17 (en funcionamiento regenerativo).

ADVER./ALARMA 13, Sobreintensidad:

Se ha sobrepasado el límite de intensidad pico del inversor (aproximadamente el 200% de la intensidad nominal). Esta advertencia durará de 8 a 12 segundos y el convertidor se desconectará y emitirá una alarma. Apague el convertidor de frecuencia y compruebe si se puede girar el eje del motor y si el dimensionamiento del motor coincide con el ajustado en el convertidor de frecuencia.

ALARMA 14, Fallo conex. tierra:

Hay una descarga de las fases de salida a tierra, o bien en el cable entre el convertidor de frecuencia y el motor, o bien en el propio motor. Apague el convertidor y solucione el fallo de conexión a tierra.

ALARMA 15, Hardware incompleto:

Una de las opciones instaladas no se puede controlar con el hardware o el software de la placa de control actual.

ALARMA 16, Cortocircuito:

Hay un cortocircuito en los terminales del motor o en el motor. Apague el convertidor de frecuencia y elimine el cortocircuito.

ADVER./ALARMA 17, Tiempo límite para el código de control:

No hay comunicación con el convertidor de frecuencia.

Esta advertencia sólo estará activa cuando el par. 8-04 NO esté ajustado en *No*.

Si el par. 8-04 se encuentra ajustado en *Parada y Desconexión*, aparecerá una advertencia y el convertidor de frecuencia reducirá la velocidad hasta cero al tiempo que emite una alarma.

Posiblemente podría aumentarse el par. 8-03, *Tiempo límite para el código de control*.

ADVERTENCIA 23, Ventiladores internos:

Fallo de ventiladores ext. por equipo defectuoso o ventiladores sin montar.

ADVERTENCIA 24, Fallo del ventilador externo:

La función de advertencia del ventilador es una protección adicional que comprueba si el ventilador está funcionando/montado. La advertencia de funcionamiento del ventilador puede desactivarse en el par. 14-53, *Motor del ventilador*, [0] Desactivado.

ADVERTENCIA 25, Resistencia de freno cortocircuitada:

La resistencia de freno se controla durante el funcionamiento. Si se cortocircuita, la función de freno se desconecta y se muestra una advertencia. El convertidor de frecuencia podrá seguir funcionando, pero sin la función de freno. Apague el convertidor de frecuencia y sustituya la resistencia de freno (véase el par. 2-15 *Comprobación freno*).

ADVER./ALARMA 26, Límite de potencia de la resistencia de freno:

La potencia que se transmite a la resistencia de freno se calcula, en forma de porcentaje, como el valor medio durante los últimos 120 segundos, basándose en el valor de la resistencia de freno (par. 2-11) y la tensión del circuito intermedio. La advertencia se activa cuando la potencia de freno disipada es superior al 90%. Si se ha seleccionado *Desconexión* [2] en el par. 2-13, el convertidor de frecuencia se desactivará y emitirá esta alarma cuando la potencia de frenado disipada sea superior al 100%.

ADVER./ALARMA 27, Fallo chopper freno:

El transistor de freno se controla durante el funcionamiento y, si se produce un cortocircuito, aparece esta advertencia y se desconecta la función de freno. El convertidor de frecuencia podrá seguir funcionando, pero en el momento en que se cortocircuite el transistor de freno, se transmitirá una energía significativa a la resistencia de freno, aunque esa función esté desactivada.

Apague el convertidor de frecuencia y retire la resistencia de freno.



Advertencia: Si se produce un cortocircuito en el transistor de freno, existe el riesgo de que se transmita una potencia considerable a la resistencia de freno.

ADVER./ALARMA 28, Fallo de comprobación de freno:

Fallo en la resistencia de freno: la resistencia de freno no está conectada o no funciona correctamente.

ADVER./ALARMA 29, Sobretemp. convert.:

Si la protección es IP00, IP20/Nema1 o IP21/Tipo 1 la temperatura de desconexión del disipador térmico es de 95 °C ±5 °C. El fallo de temperatura no se puede restablecer hasta que la temperatura del disipador se encuentre por debajo de 70 °C.

El fallo podría deberse a:

- Una temperatura ambiente excesiva
- Un cable de motor demasiado largo

ALARMA 30, Falta la fase U del motor:

Falta la fase U del motor entre el convertidor de frecuencia y el motor. Apague el convertidor de frecuencia y compruebe la fase U del motor.

ALARMA 31, Falta la fase V del motor:

Falta la fase V del motor entre el convertidor de frecuencia y el motor. Apague el convertidor de frecuencia y compruebe la fase V del motor.

ALARMA 32, Falta la fase W del motor:

Falta la fase W del motor entre el convertidor de frecuencia y el motor. Apague el convertidor de frecuencia y compruebe la fase W del motor.

ALARMA 33, Fallo carga arranque:

Se han producido demasiados arranques en poco tiempo. Consulte en el capítulo *Especificaciones generales* el número de arranques permitidos en un minuto.

ADVER./ALARMA 34, Fallo de comunicación de bus de campo:

El bus de campo de la tarjeta de opción de comunicación no funciona.

ADVER./ALARMA 36, Fallo de red:

Esta advertencia/alarma sólo se activa si se pierde la tensión de red al convertidor de frecuencia y el parámetro 14-10 NO está ajustado a NO. Posible solución: compruebe los fusibles del convertidor de frecuencia.

ALARMA 38, Fallo interno:

Póngase en contacto con su distribuidor local de Danfoss.

ADVERTENCIA 40, Sobrecarga de la salida digital del terminal 27

Compruebe la carga conectada al terminal 27 o elimine el cortocircuito de la conexión. Compruebe los parámetros 5-00 y 5-01.

ADVERTENCIA 41, Sobrecarga de la salida digital del terminal 29:

Compruebe la carga conectada al terminal 29 o elimine el cortocircuito de la conexión. Compruebe los parámetros 5-00 y 5-02.

ADVERTENCIA 42, Sobrecarga de la salida digital en X30/6:

Compruebe la carga conectada en X30/6 o elimine el cortocircuito de la conexión. Compruebe el parámetro 5-32.

ADVERTENCIA 42, Sobrecarga de la salida digital en X30/7:

Compruebe la carga conectada en X30/7 o elimine el cortocircuito de la conexión. Compruebe el parámetro 5-33.

ADVERTENCIA 47, Tensión 24 V baja:

Es posible que la alimentación externa de 24 V CC esté sobrecargada. De no ser así, póngase en contacto con el distribuidor de Danfoss.

ALARMA 48, Alim. baja 1,8 V:

Póngase en contacto con su distribuidor de Danfoss.

ADVERTENCIA 49, Límite de veloc.:

Se ha limitado la velocidad en el intervalo especificado en los par. 4-11 y 4-13.

ALARMA 50, Fallo de calibración de AMA:

Póngase en contacto con su distribuidor de Danfoss.

ALARMA 51, Unom e Inom de la comprobación de AMA:

Es posible que los ajustes de tensión, intensidad y potencia del motor sean erróneos. Compruebe los ajustes.

ALARMA 52, Inom bajo de AMA:

La intensidad del motor es demasiado baja. Compruebe los ajustes.

ALARMA 53, Motor del AMA demasiado grande:

El motor es demasiado grande para ejecutar el AMA.

ALARMA 54, Motor del AMA demasiado pequeño:

El motor es demasiado pequeño para poder realizar el AMA.

ALARMA 55, Parámetro del AMA fuera de rango:

Los valores de los parámetros del motor están fuera del intervalo aceptable.

ALARMA 56, AMA interrumpido por el usuario:

El procedimiento AMA ha sido interrumpido por el usuario.

ALARMA 57, Límite de tiempo del AMA:

Pruebe a iniciar el procedimiento AMA varias veces, hasta que se ejecute. Tenga en cuenta que si se ejecuta la prueba repetidamente se podría calentar el motor hasta un nivel en que aumenten las resistencias Rs y Rr. Sin embargo, en la mayoría de los casos esto no suele ser crítico.

ADVER./ALARMA 58, Fallo interno de AMA:

Póngase en contacto con su distribuidor de Danfoss.

ADVERTENCIA 59, Límite intensidad:

La intensidad es superior al valor indicado en el par. 4-18.

ADVERTENCIA 60, Bloqueo externo:

La función "Bloq. ext." ha sido activada. Para reanudar el func. normal, aplique 24 V CC al terminal programado para bloqueo externo y reinicie el convertidor de frecuencia (por bus, E/S digital o pulsando [Reset] (Reiniciar)).

ADVERTENCIA 62, frecuencia de salida en límite máximo:

La frecuencia de salida está limitada por el valor ajustado en el par. 4-19.

ADVERTENCIA 64, Lím. tensión:

La combinación de carga y velocidad demanda una tensión de motor superior a la tensión de CC real.

ADVER./ALARMA/DESCON. 65, Sobretemperatura en la tarjeta de control:

Hay un exceso de temperatura en la tarjeta de control: la temperatura de desconexión de la tarjeta de control es de 80 °C.

ADVERTENCIA 66, Temperatura del disipador baja:

La temperatura medida del disipador de calor es de 0°C. Esto puede significar que el sensor de temperatura está dañado y que, por lo tanto, la velocidad del ventilador se aumenta al máximo si la sección de potencia de la tarjeta de control se calienta demasiado.

ALARMA 67, La configuración de opciones ha cambiado:

Se han añadido o eliminado una o varias opciones desde la última desconexión del equipo.

ALARMA 68, Parada segura:

Se ha activado la parada de seguridad. Para reanudar el funcionamiento normal, aplique 24 V CC al terminal 37, y envíe una señal de Reinicio (por Bus, E/S Digital o pulsando [Reset] (Reiniciar)).

ALARMA 70, Configuración del convertidor de frecuencia no válida:

La combinación de tarjeta de control y tarjeta de potencia no es válida.

ALARMA 80, Convertidor inicializado en valor predeterminado:

Los parámetros se han ajustado a los valores predeterminados después de realizar un reinicio manual (con tres dedos) o mediante el par. 14-22. Si la temperatura es inferior a 15° C, aparecerá la advertencia.

ADVER./ALARMA 92, Sin caudal:

Se ha detectado una situación de ausencia de carga en el sistema. Consulte el grupo de par. 22-2*.

ADVER./ALARMA 93, Bomba seca:

Una situación de ausencia de caudal y una velocidad alta indican que la bomba está funcionando en seco. Consulte el grupo de par. 22-2*



ADVER./ALARMA 94, Fin de curva:

La realimentación permanece por debajo del valor de consigna, lo cual puede indicar que hay una fuga en el sistema de tuberías. Consulte el grupo de par. 22-5*

ADVER./ALARMA 95, Correa rota:

El par es inferior al nivel de par establecido para condición de ausencia de carga, lo que indica una correa rota. Consulte el grupo de par. 22-6*

ADVERTENCIA 96, Arranque retardado:

Arranque del motor retrasado por haber activo un ciclo corto de protección. Consulte grupo de par. 22-7*.

ADVERTENCIA 97, Paro retardado:

Parada del motor retrasada por haber activo un ciclo corto de protección. Consulte el grupo de par. 22-7*

ADVERTENCIA 98, Fallo de reloj:

La hora y fecha no están ajustadas o se ha producido un fallo en la alimentación de respaldo. Consulte el grupo de par. 0-7*.

ADVERTENCIA 200, Modo Incendio:

El comando de entr. del modo Incendio está activo. Consulte el grupo de par. 24-0*

ADVERTENCIA 201, M. Incendio estaba activo:

El comando de entrada de modo Incendio ha estado activo pero ahora está desactivado. Consulte el grupo de par. 0-7*

ADVERTENCIA 202, Límites M. Incendio excedidos:

Una o más alarmas de anulación de garantía han sido suprimidas durante el modo Incendio. Consulte el grupo de par. 0-7*

ALARMA 250, Nueva pieza de repuesto:

La alimentación o el modo de conmutación de la fuente de alimentación se han intercambiado. El código descriptivo del convertidor de frecuencia debe restaurarse en la EEPROM. Seleccione el código descriptivo adecuado en el par. 14-23 según la etiqueta del convertidor. No olvide seleccionar "Guardar en la EEPROM" para completar la operación.

ALARMA 251, Nuevo cód. descriptivo:

El convertidor de frecuencia tiene un nuevo código descriptivo.

Índice

¿

¿qué Es La Conformidad Y Marca Ce?	11
------------------------------------	----

0

0 - 10 V Cc	67
0-20 Ma	67

4

4-20 Ma	67
---------	----

6

60 Avm	54
--------	----

A

Abrazadera De Cable	110
Abrazaderas	107
Abreviaturas	4
Acceso A Los Terminales De Control	90
Adaptación Automática Del Motor	114
Adaptación Automática Del Motor (ama)	95
Adaptaciones Automáticas Para Asegurar El Rendimiento	58
Advertencia Contra Arranques No Deseados	9
Advertencia General	4
Ahorro De Energía	14
Ahorro De Energía	15
Ajuste El Límite De Velocidad Y El Tiempo De Rampa	96
Ajuste Final Y Prueba	95
Ajuste Manual Del Pid	24
Alimentación De Red	8
Alimentación De Red	38
Alimentación De Red (11, L2, L3)	45
Ama	114
Ama Fallido	96
Ama Finalizado Con Éxito	96
Apantallados/blindados	93
Apantallamiento De Los Cables	87
Arrancador Suave	17
Arranque/parada	113
Awg	38

B

Bolsa De Accesorios	81
Bomba De Velocidad Fija	69
Bomba Sumergible	121
Bombas De Velocidad Variable.	69
Bus De Conexión Rs 485	104

C

Cable Ecuilizador,	110
Cableado De La Resistencia De Freno	33
Cables De Control	107
Cables De Control	93
Cables De Motor	107
Cables De Motor	86
Características De Control	48
Características De Par	45
Carga De Los Parámetros Del Convertidor De Frecuencia:	106
Caudal Variable Durante 1 Año	15
Circuito Intermedio	32, 33, 49, 50, 157
Código De Control	148

Código De Estado	151
Código Descriptivo	76
Códigos De Error De La Base De Datos	140
Códigos De Función Admitidos Por Modbus Rtu	140
Compensación De Cos Φ	17
Comunicación Serie	6, 48, 110
Condiciones De Funcionamiento Extremas	33
Conductores De Aluminio	87
Conector De Alimentación De Red	83
Conexión A La Red De Alimentación	83
Conexión A Tierra	83
Conexión A Tierra	110
Conexión A Tierra De Cables De Control Apantallados/blindados	110
Conexión De Bus De Cc	98
Conexión De Relés	100
Conexión Del Motor	85
Conexión En Paralelo De Motores	103
Conexión Segura A Tierra	107
Conexión Usb	90
Configurador De Convertidores De Frecuencia	75
Conformidad Y Marca Ce	11
Control Local (hand On) Y Remoto (auto On)	18
Control Multizona	67
Controlador De Lazo Cerrado (pid)	19
Convertidor Seguidor	69
Corrección Del Factor De Potencia	17
Corriente De Fuga	31
Corriente De Fuga A Tierra	107
Corriente De Fuga A Tierra	31

D

Datos De La Placa De Características	95
Definiciones	4
Derechos De Autor, Limitación De Responsabilidades Y Derechos De Revisión	3
Devicenet	77
Dimensiones Mecánicas	60, 61
Dirección De Rotación Del Motor	104
Directiva Sobre Baja Tensión (73/23/eec)	11
Directiva Sobre Compatibilidad Electromagnética 89/336/eec	12
Directiva Sobre Emc (89/336/cee)	11
Directiva Sobre Máquinas (98/37/eec)	11
Dispositivo De Corriente Residual	31, 111

E

E/s Para Entradas De Consignas	67
Ejemplo De Cableado Básico	92
Ejemplo De Control Pid De Lazo Cerrado.	22
Eliminación De Troqueles Para Cables Adicionales	83
Emisión Conducida	29
Emisión Irradiada	29
Energía De Frenado	6
Enlace De Cc	157
Entorno	48
Entornos Agresivos	12
Entradas Analógicas	6
Entradas Analógicas	6, 46
Entradas De Pulsos	47
Entradas De Transmisor/sensor	67
Entradas Digitales:	46
Esquema De Principio	67
Esquema Eléctrico De Alternancia De Bomba Guía	119
Estado Y Funcionamiento Del Sistema	118
Estructura De Control	18
Etr	103, 158

F

Factor De Potencia	8
Fases Del Motor	33
Filtro De Onda Senoidal	86
Filtros De Armónicos	78
Filtros De Salida	73
Filtros Du/dt	73
Filtros Senoidales	73
Frecuencia De Conmutación	87
Freno De Cc	148
Función De Alimentación De Emergencia Del Reloj Por Batería	67
Función De Freno	32
Fusibles	87

G

Giro De Izquierda A Derecha	104
Guardar Configuración Del Convertidor De Frecuencia:	106

H

Herramientas De Software Para Pc	105
Humedad Atmosférica	12

I

Inercia	5, 151
Inercia	149
Instalación Eléctrica	87, 93
Instalación Eléctrica - Recomendaciones De Compatibilidad Electromagnética	107
Instalación Eléctrica, Terminales Para Cables De Control	91
Instalación En Altitudes Elevadas	9
Instalación Lado A Lado	82
Instrucciones De Eliminación	10
Interferencia De La Red De Alimentación/armónicos	111
Interruptores S201, S202 Y S801	94

K

Kit De Protección Ip 21/ip 4x/ Tipo 1	73
Kit De Protección Ip 21/tipo 1	73

L

Laws Of Proportionality	14
Lcp	5, 7, 18, 72
Longitud Y Sección Transversal Del Cable	87
Longitudes Y Secciones De Cables	45
Los Cables De Control	93

M

Manejo De Referencias	25
Mantener La Frecuencia De Salida	149
Mantener Salida	5
Marcha/paro Por Pulsos	113
Mct 10	106
Mct 10 Software De Programación	105
Mct 31	106
Medidas De Seguridad	9
Mensajes De Fallo	157
Método De Ajuste Ziegler Nichols	24
Modo De Lazo Abierto	69
Modulación De Anchura De Pulsos	54
Modulación Vectorial Asíncrona Orientada Al Flujo Del Estator	54
Momento De Inercia	33
Montaje De La Placa De Conexión De Pantallas	85
Montaje Mecánico	82

N

Nivel De Tensión	46
No Conformidad Con Ui	87
Nota De Seguridad	9
Números De Pedido	75
Números De Pedido: Filtros De Armónicos	78
Números De Pedido: Filtros Du/dt, 380-480 Vca	80
Números De Pedido: Módulos De Filtro De Onda Senoidal, 200-500 Vca	79
Números De Pedido: Opciones Y Accesorios	77

O

Opción Controlador En Cascada Ampliado	69
Opción De Comunicación	159
Opción De Conexión De Freno	99
Opción De Suministro Externo De 24 V Mcb 107 (opción D)	66
Opción E/s Analógica Mcb 109	67
Opción Mcb 105	64
Opción Relé Mcb 105	64
Optimización Del Controlador De Lazo Cerrado Del Convertidor De Frecuencia	24
Orden De Programación	23

P

Para Conectar Un Ordenador Al Convertidor Vlt Aqua	105
Parámetros Eléctricos Del Motor	114
Perfil Fc	148
Periodo De Amortización	15
Placa De Características Del Motor	95
Placa De Conexión De Pantallas	86
Plc	110
Potencia De Freno	33
Profibus	77
Profibus Dp-v1	106
Protección	12, 30, 31
Protección	87
Protección Del Motor	103
Protección Térmica Del Motor	152
Protección Térmica Del Motor	34, 104
Protección Térmica Electrónica Del Motor	45
Protección Y Características	45
Prueba De Alta Tensión	107

Q

Qué Situaciones Están Cubiertas	11
---------------------------------	----

R

Rcd	7, 31
Red De Alimentación	43
Reducción De Potencia Debido A Funcionamiento A Velocidad Lenta	57
Reducción De Potencia Debido A La Baja Presión Atmosférica	57
Reducción De Potencia Debido A La Temperatura Ambiente	54
Reducción De Potencia Por La Instalación De Cables De Motor Largos O De Mayor Sección	58
Referencia Del Potenciómetro	114
Refrigeración	57
Reloj De Tiempo Real (rtc)	68
Rendimiento	49
Rendimiento De La Tarjeta De Control	48
Rendimiento De Salida (u, V, W)	45
Requisitos De Inmunidad:	30
Resistencia De Freno	32
Resistencias De Freno	72
Resultados De Las Pruebas De Emc	29
Rotación Del Motor	104
Rs-485	127

Ruido Acústico	49
----------------------	----

S

Salida Analógica	46
Salida De Motor	45
Salida Digital	46
Salidas De Relé	47
Selección De E/s Analógica	67
Sensor De Temperatura Pt1000	67
Sensor Kty	158
Sfavm	54
Sistema De Gestión De Edificio	67
Smart Logic Control	115
Suministro Externo De 24 V Cc	66

T

Tarjeta De Control, Comunicación Serie Rs-485	45
Tarjeta De Control, Comunicación Serie Usb	48
Tarjeta De Control, Salida De +10 V Cc	47
Tarjeta De Control, Salida De 24 V Cc	47
Tensión Del Motor	50
Tensión Protectora Muy Baja	30
Terminal 37	34
Terminales De Control	90
Termistor	8
Tiempo De Frenado	148
Tiempo De Subida	50

U

Un Arrancador En Estrella/triángulo	17
Un Sensor De Temperatura Ni1000	67
Una Clara Ventaja: El Ahorro De Energía	14
Uso De Cables Correctos Para Emc	109

V

Valores De Parámetros	141
Velocidad Fija	5
Velocidad Fija	149
Velocidad Nominal Del Motor	5
Versiones De Software	77
Vibración Y Choque	13
Vvcplus	8